

Express Mail Label #EL799009639US

JC971 U.S. PTO  
09/848533  
05/03/01

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF YOUNG HOON PARK

FOR: ATOMIC LAYER DEPOSITION (ALD) THIN FILM DEPOSITION EQUIPMENT  
HAVING CLEANING APPARATUS AND CLEANING METHOD

CLAIM FOR PRIORITY

The Assistant Commissioner for  
Patents and Trademarks  
Washington, D.C. 20231

Dear Sir:

Enclosed herewith is a certified copy of the Japanese Patent Application No. 00-42169 filed on July 22, 2000. The enclosed Application is directed to the invention disclosed and claimed in the above-identified application.

Applicant hereby claims the benefit of the filing date of July 22, 2000 of the Japanese Patent Application No. 00-42169, under provisions of 35 U.S.C. 119 and the International Convention for the protection of Industrial Property.

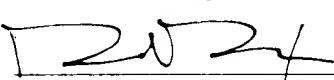
Respectfully submitted,

YOUNG HOON PARK

CANTOR COLBURN LLP

Applicant's Attorneys

By:



Daniel F. Drexler

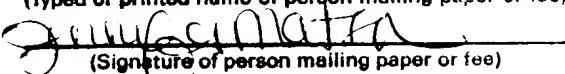
Registration No. 47,535

Customer No. 23413

"Express Mail" mailing label number EL799009639US  
May 3, 2001

Under or fee is being deposited  
United States Postal Service "Express Mail"  
service under 37 CFR 1.10  
on the date indicated above and is addressed to the  
Commissioner of Patents and Trademarks, Washington,  
D.C. 20231.

Jennifer Matisen  
(Typed or printed name of person mailing paper or fee)

  
(Signature of person mailing paper or fee)

Date: May 3, 2001

Address: 55 Griffin Road South, Bloomfield, CT 06002

Telephone: 860-286-2929

JC971 U.S. PTO  
09/848533  
05/03/01

# **THE KOREA INDUSTRIAL PROPERTY OFFICE**

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Industrial  
Property Office.

Application Number : Patent Application No. 00-42169

Application Date : 22 July 2000

Applicant : IPS Ltd.

26 August 2000

**COMMISSIONER**

1020000042169

2000/8/2

[Document]	Patent Application
[Right]	Patent
[Receiver]	Commissioner
[Reference No.]	1
[Filing Date]	2000.07.22
[Classified No.]	C23C
[Title]	ALD thin film deposition equipment that has cleaning apparatus and cleaning method
[Applicant]	
[Name]	IPS Ltd.
[Applicant's code]	1-1998-097346-8
[Attorney]	
Name:	Young-Pil Lee
Attorney's code:	9-1998-000334-6
[Attorney]	
Name:	Heung-Soo Choi
Attorney's code:	9-1998-000657-4
[Attorney]	
Name:	Young-II Park
Attorney's code:	9-1999-000229-7
[Inventor]	
[Name]	PARK, Young Hoon
[Number]	721013-1063216
[Zip Code]	450-090
[Address]	33 Jije-dong, Pyungtaek-si, Kyungki-do, Republic of Korea
[Nationality]	Republic of Korea
[Examination Request]	Requested
[Application Order]	I/We file as above according to Art. 42 of the Patent Application and request examination according to Art. 60 of the Patent Application.
Attorney	Young-Pil Lee
Attorney	Heung-Soo Choi
Attorney	Young-II Park

1020000042169

2000/8/2

[Fee]

Basic fee:	20 Sheet(s)	29,000 won
Additional fee:	32 Sheet(s)	32,000 won
Priority claiming fee:	0 Case(s)	0 won
Examination fee:	26 Claim(s)	941,000 won
Total fee:	1,002,000 won	

[Reason for fee reduction] A mid and small sized enterprises

[Fee after reduction] 501,000 won

[Enclosures]

1. Abstract and Specification (and Drawings)-1 copy
2. Power of Attorney-1 copy
3. Document proving being a mid and small sized enterprises according to Art. 2 of the enforcement rule of the Mid and Small Sized Enterprises Law-1 copy

JC971 U.S. PTO  
06/848533  
05/03/01

대한민국특허청  
KOREAN INDUSTRIAL  
PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Industrial  
Property Office.

출원번호 : 특허출원 2000년 제 42169 호  
Application Number

출원년월일 : 2000년 07월 22일  
Date of Application

출원인 : 주식회사 아이피에스  
Applicant(s)

2000 년 08 월 26 일

특허청장  
COMMISSIONER

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0001
【제출일자】	2000.07.22
【국제특허분류】	C23C
【발명의 명칭】	클리닝장치를 구비한 ALD 박막증착설비 및 그 클리닝방법
【발명의 영문명칭】	ALD thin film depositin equipment that has cleaning apparatus and cleaning method
【출원인】	
【명칭】	주식회사 아이피에스
【출원인코드】	1-1998-097346-8
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【대리인】	
【성명】	최홍수
【대리인코드】	9-1998-000657-4
【대리인】	
【성명】	박영일
【대리인코드】	9-1999-000229-7
【발명자】	
【성명의 국문표기】	박영훈
【성명의 영문표기】	PARK, Young Hoon
【주민등록번호】	721013-1063216
【우편번호】	450-090
【주소】	경기도 평택시 지제동 33번지
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 이영필 (인) 대리인 최홍수 (인) 대리인 박영일 (인)

**【수수료】**

【기본출원료】 20 면 29,000 원

【가산출원료】 32 면 32,000 원

【우선권주장료】 0 건 0 원

【심사청구료】 26 항 941,000 원

【합계】 1,002,000 원

【감면사유】 중소기업

【감면후 수수료】 501,000 원

【첨부서류】 1. 요약서·명세서(도면)\_1통 2. 위임장\_1통 3. 중소기업법시  
행령 제2조에의한 중소기업에 해당함을 증명하는 서류 \_1통

**【요약서】****【요약】**

본 발명은 클리닝장치를 구비한 ALD 박막증착설비 및 그 클리닝방법에 관한 것으로서, 웨이퍼가 내장되어 증착되는 반응용기(100)와; 제1반응가스를 상기 반응용기(100)로 공급하기 위한 제1반응가스공급부(210)와; 제2반응가스를 반응용기(100)로 공급하기 위한 제2반응가스공급부(230)와; 제1반응가스공급부(210)와 상기 반응용기(100)를 연결하는 제1반응가스공급라인(220)과; 제2반응가스공급부(230)와 반응용기(100)를 연결하는 제2반응가스공급라인(240)과; 불활성가스공급원(250)으로부터 공급되는 불활성가스를 제1반응가스공급라인(220)으로 공급하는 제1불활성가스공급라인(260)과; 불활성가스공급원(250)으로부터 공급되는 불활성가스를 제2반응가스공급라인(240)으로 공급하는 제2불활성가스공급라인(270)과; 반응용기(100)의 가스를 외부로 배출하는 배기라인(400)과; 제1반응가스공급라인(220)과 연결되어 반응용기(100)를 클리닝시키기 위한 클리닝가스를 공급하는 클리닝가스공급라인(340);을 포함한다. 이러한 구조에 의하여, 반응용기를 열지 않고 내부에 적층된 공정부산물을 효과적으로 제거할 수 있다.

**【대표도】**

도 1

**【명세서】****【발명의 명칭】**

클리닝장치를 구비한 ALD 박막증착설비 및 그 클리닝방법{ALD thin film depositin equipment that has cleaning apparatus and cleaning method}

**【도면의 간단한 설명】**

도 1은 본 발명에 따른 클리닝장치를 구비한 ALD 박막증착설비의 제1실시예를 도시한 도면.

도 2는 도 1의 클리닝장치를 구비한 ALD 박막증착설비에 있어서, 반응용기의 분리사시도,

도 3은 도 2에 채용되는 반응용기에서 샤워헤드와 확산판을 분리하여 도시한 사시도,

도 4는 도 2의 반응용기의 단면도,

도 5는 도 4의 반응용기의 제1혼합부를 발췌하여 확대한 도면,

도 6은 박막형성시, 간격(D)과 비저항과의 관계를 도시한 그래프,

도 7은 TiCl<sub>4</sub> 가스와 NH<sub>3</sub> 가스를 이용한 TiN 증착시, 확산판의 바닥온도와 TiN 박막증착속도와의 관계를 나타낸 그래프,

도 8은 반응용기가 이송모듈에 뱃밸브를 통하여 결합된 상태를 도시한 도면,

도 9는 클리닝공정 전후에, 반응용기에서 검출되는 파티클의 개수를 도시한 데이터.

도 10은 본 발명에 따른 클리닝장치를 구비한 ALD 박막증착설비의 제2실시예를 도시한 도면,

도 11은 본 발명에 따른 클리닝장치를 구비한 ALD 박막증착설비의 제3실시예를 도시한 도면.

<도면의 주요부분에 대한 부호 설명>

w ... 웨이퍼	100 ... 반응용기
102 ... 이송모듈	110 ... 리액터블럭
111, 112 ... 제1,2접속파이프	113 ... 접속부
113a ... 오링	114 ... 메인오링
116 ... 웨이퍼이송구멍	117, 118 ... 배기홀
120 ... 샤크위헤드판	121, 122 ... 제1,2연결라인
128, 129 ... 헌지	130 ... 확산판
131 ... 분사구	132 ... 유로
133 ... 노즐	134 ... 제1혼합부
135 ... 제2혼합부	135a ... 격벽
135b ... 구멍	140 ... 웨이퍼블럭
150 ... 펌핑배플	150a ... 측벽
150b ... 저벽	150c ... 구멍
160 ... 압력측정부	210 ... 제1반응가스공급부

211 ... 베블러	212 ... 제1반응가스흐름량제어기
220 ... 제1반응가스공급라인	230 ... 제2반응가스공급부
232 ... 제2반응가스흐름량제어기	240 ... 제2반응가스공급라인
250 ... 불활성가스공급원	260 ... 제1불활성가스공급라인
262 ... 제1불활성가스흐름량제어기	
270 ... 제2불활성가스공급라인	
272 ... 제2불활성가스흐름량제어기	
280 ... 제1바이패스라인	290 ... 제2바이패스라인
310 ... 불활성가스공급원	320 ... 불활성가스공급라인
330 ... 클리닝가스공급부	331 ... 매뉴얼밸브
332 ... 필터	340 ... 클리닝가스공급라인
400 ... 배기라인	410 ... 배기펌프
510 ... 제1반응가스공급부	512 ... 제1반응가스흐름량제어기
610 ... 제4반응가스공급부	612 ... 제4반응가스흐름량제어기
620 ... 제3반응가스공급부	622 ... 제3반응가스흐름량제어기
TV ... 트로틀밸브	D ... 간격

**【발명의 상세한 설명】****【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

- <43> 본 발명은 반도체, 예를 들면 웨이퍼에 박막을 형성하기 위한 ALD(Atomic Layer Deposition) 박막증착설비에 관한 것으로서, 상세하게는 클리닝장치를 채용한 ALD 박막 증착설비 및 그 클리닝방법에 관한 것이다.
- <44> 박막증착설비는 반응용기 내에 수납된 웨이퍼에 반응가스들을 공급함으로써, 웨이퍼상에 소정의 박막을 형성하는 장치이다. 이러한 박막증착설비로는 CVD(Chemical Vapor Deposition), ALE(Atomic Layer Epitaxy)등 여러 방식이 있으며, 반도체를 제조하기 위한 다양한 분야에서 응용되고 있다.
- <45> 박막증착설비에 있어서, 유입되는 반응가스에 의하여 웨이퍼에만 박막이 형성되는 것이 아니고, 반응용기 내벽이나 구성요소 또는 반응가스들이 분사되는 구멍에 박막이나 공정부산물이 증착될 수 있다. 이러한 박막이나 공정부산물에서 분리되는 파티클이 웨이퍼에 떨어지게 될 경우에 증착되는 박막의 특성을 저하시킨다. 따라서, 상기와 반응용기 내벽이나 구성요소 또는 구멍들에 증착되는 박막이나 공정부산물을 효과적으로 제거하기 위한 클리닝장치 및 클리닝방법이 요구되고 있다.

**【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】**

- <46> 본 발명은 상기와 같은 요구를 반영하기 위하여 창출된 것으로서, 반응용기 내 또는 구성요소 표면에 증착되는 박막이나 공정부산물을 반응용기를 열지 않고 효과적으로 건식(dry) 클리닝하며, 클리닝 후 박막증착공정을 용이하게 수행할 수 있는 클리닝장치

를 구비한 ALD(Atomic Layer Deposition) 박막증착설비 및 그 클리닝방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

### 【발명의 구성 및 작용】

<47> 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에 따른 클리닝장치를 구비한 ALD 박막증착설비는, 웨이퍼가 내장되어 증착되는 반응용기(100)와; 제1반응가스를 상기 반응용기(100)로 공급하기 위한 제1반응가스공급부(210)와; 제2반응가스를 상기 반응용기(100)로 공급하기 위한 제2반응가스공급부(230)와; 상기 제1반응가스공급부(210)와 상기 반응용기(100)를 연결하는 제1반응가스공급라인(220)과; 상기 제2반응가스공급부(230)와 상기 반응용기(100)를 연결하는 제2반응가스공급라인(240)과; 불활성가스공급원(250)으로부터 공급되는 불활성가스를 상기 제1반응가스공급라인(220)으로 공급하는 제1불활성가스공급라인(260)과; 불활성가스공급원(250)으로부터 공급되는 불활성가스를 상기 제2반응가스공급라인(240)으로 공급하는 제2불활성가스공급라인(270)과; 상기 반응용기(100)의 가스를 외부로 배출하는 배기라인(400)과; 상기 제1반응가스공급라인(220)과 연결되어 상기 반응용기(100)를 클리닝시키기 위한 클리닝가스를 공급하는 클리닝가스공급라인(340);을 포함한다. 이때, 상기 클리닝가스공급라인(340)은, 공급되는 클리닝가스의 흐름을 개폐시키는 제21개폐밸브(V21)와, 상기 제21밸브(V21)를 통과한 클리닝가스의 흐름량을 제어하는 클리닝가스흐름량제어기(342)와, 상기 클리닝가스흐름량제어기(342)에 제어된 클리닝가스의 흐름을 개폐시키는 제22밸브(V22)를 가진다. 이때, 상기 클리닝가스는  $\text{ClF}_3$  이다.

<48> 본 발명에 있어서, 상기 제1반응가스공급부(210)는, 제1반응원료를 가스화하는 버

블러(211)와, 흐르는 제1반응가스의 흐름량을 제어하는 제1반응가스흐름량제어기(212)와, 상기 버블러(211)와 상기 제1반응가스흐름량제어기(212) 사이에 설치되어 제1반응가스의 흐름을 개폐하는 제1밸브(V1)를 포함한다. 여기서 상기 제1반응가스는  $TiCl_4$  또는 Ta 원소를 포함하는 화합물가스이고, 제2반응가스는  $NH_3$  이다.

<49> 본 발명에 있어서, 상기 제1반응가스공급부(510)는, 제1반응가스의 흐름을 개폐시키는 제31밸브(V31)와, 상기 제31밸브(V31)를 통과한 제1반응가스의 흐름량을 제어하는 제1반응가스흐름량제어기(512)를 포함한다. 이때, 상기 제1반응가스는  $WF_6$ 이고, 제2반응가스는  $NH_3$  가스이다.

<50> 본 발명에 있어서, 제3반응가스를 상기 제2반응가스공급라인(240)으로 공급하는 제3반응가스공급부(620)와; 제4반응가스를 제2반응가스공급라인(240)으로 공급하는 것으로서, 제4반응가스의 흐름을 개폐시키는 제32밸브(V32)와, 상기 제32밸브(V32)를 통과한 제4반응가스의 흐름량을 제어하는 제4반응가스흐름량제어기(612)와, 상기 제4반응가스흐름량제어기(612)에 제어된 제4반응가스의 흐름을 개폐시키는 제33밸브(V33)를 가지는 제4반응가스공급부(610);를 더 포함한다. 여기서, 상기 제3반응가스공급부(620)는, 제3반응원료를 가스화하는 버블러(621)와, 흐르는 제3반응가스의 흐름량을 제어하는 제3반응가스흐름량제어기(622)와, 상기 버블러(621)와 상기 제3반응가스흐름량제어기(622) 사이에 설치되어 제3반응가스의 흐름을 개폐하는 제34밸브(V34)와, 상기 제2반응가스공급라인(240)으로 상기 제3반응가스흐름량제어기(622)에 제어된 제3반응가스의 흐름을 개폐시키는 제35밸브(V35)를 더 포함한다. 여기서, 상기 제1반응가스는 Ti, Ta, W 전이금속

원소를 포함하는 화합물 가스이고, 제2반응가스는  $\text{NH}_3$  이고, 상기 제3반응가스는 TMA(TrimethylAluminum)이고, 제4반응가스는  $\text{H}_2$ 이다.

<51> 본 발명에 있어서, 상기 반응용기(100)는, 웨이퍼가 위치되는 리액터블럭(110)과; 상기 리액터블럭(110)을 덮어 소정의 압력이 일정하게 유지되도록 하는 샤워헤드판(120)과; 상기 샤워헤드판(120)의 하부에 설치되며, 상기 제1반응가스공급라인(220)을 경유하여 이송되는 제1반응가스 및/또는 불활성가스를 상기 웨이퍼(w)의 상부 표면으로 분사되도록 상기 웨이퍼(w)의 상부에 형성된 다수의 분사구(131) 및 상기 제2반응가스공급라인(240)을 경유하여 이송되는 제2반응가스 및/또는 불활성가스가 웨이퍼(w)의 외주로 분사되도록 상기 리액터블럭(110) 내측면 방향으로 형성된 다수의 노즐(133)을 가지는 확산판(130)과; 상기 리액터블럭(110)에 설치되며 상기 웨이퍼(w)가 안착되는 웨이퍼블럭(140);을 포함한다. 여기서, 상기 샤워헤드판(120)에는, 냉매가 흐르는 냉매유로(123)가 형성되어 있으며, 냉매로 오일, 물, 공기와 같은 것을 사용한다. 또, 샤워헤드판(120)에는 히터(H)가 설치되어 있다. 상기 냉매유로(123)로 냉매를 흐르게 하거나 히터(H)를 가동함으로써 상기 확산판(130)을 원하는 온도 범위로 맞출 수 있다.

<52> 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에 따른 ALD 박막증착설비용 클리닝 방법은, 웨이퍼가 위치되는 리액터블럭(110)과, 상기 리액터블럭(110)을 덮어 소정의 압력이 일정하게 유지되도록 하는 샤워헤드판(120)과, 상기 샤워헤드판(120)의 하부에 설치되며 상기 웨이퍼(w)의 상부에 형성된 다수의 분사구(131)와 상기 웨이퍼(w)의 외주인 상기 리액터블럭(110) 내측면 방향으로 형성된 다수의 노즐(133)을 가지는 확산판(130)과, 상기 리액터블럭(110)에 설치되며 상기 웨이퍼(w)가 안착되는 웨이퍼블럭(140)을 가

지는 반응용기(100)를 가지는 ALD 박막증착설비에 적용하는 것으로서, 유량제어된 클리닝가스와 불활성가스를 혼합시켜 상기 분사구(131)를 통하여 상기 웨이퍼(w)의 상부표면으로 분사되도록 하고, 유량제어된 불활성가스를 상기 노즐(133)을 통하여 상기 웨이퍼(w)의 측부로 분사시키는 메인클리닝공정을 포함하는 것을 특징으로 한다.

<53> 본 발명에 있어서, 유량제어되는 상기 클리닝가스의 흐름량은 50SCCM 이상, 상기 클리닝가스와 혼합되며 상기 분사구(131)로 흐르는 불활성가스의 유량제어된 흐름량은 50 SCCM 이상, 상기 노즐(133)로 흐르는 불활성가스의 유량제어된 흐름량은 300 SCCM 이상으로 한다. 여기서, 상기 반응용기(100) 내의 압력설정은 0.5 torr에서 10 torr 범위에 있다. 이때, 상기 반응용기(100) 내부 표면의 온도가 웨이퍼블럭(140)을 제외하고 200°C를 넘지 않도록 한다.

<54> 본 발명에 있어서, 상기 클리닝가스를 상기 반응용기(100) 내부로 주기적인 필스유입을 시켜 압력 요동(fluctuation)에 의한 순간 확산을 유도하여 클리닝을 수행하는 서브클리닝공정을 더 포함한다. 여기서, 유량제어되는 상기 클리닝가스의 흐름량은 50SCCM 이상, 상기 클리닝가스와 혼합되며 상기 분사구(131)로 흐르는 불활성가스의 유량제어된 흐름량은 50 SCCM 이상, 상기 노즐(133)로 흐르는 불활성가스의 유량제어된 흐름량은 300 SCCM 이상으로 한다. 이때, 상기 반응용기(100) 내의 압력설정은 0.5 torr에서 10 torr 범위에 있다. 또, 상기 반응용기내의 표면온도가 웨이퍼블럭(140)을 제외하고 200°C를 넘지 않도록 한 상태에서 클리닝을 수행한다.

<55> 본 발명에 있어서, 상기 메인클리닝공정 수행 후, 상기 반응용기 내부에 남

아있는 미세한 파티클을 그 반응용기 내부 표면에 고착시키기 위한 용기내 프리코팅공정 (pre-coating process)을 더 포함한다. 여기서. 상기 용기내 프리코팅공정은, 웨이퍼를 배재한 상태에서, 상기 반응용기(100)로 상기 제1반응가스와 불활성가스를 혼합하여 유입시킨다 상기 제1반응가스를 소정시간동안 배제시키는 제1단계 동작과, 상기 반응용기(100)로 상기 제2반응가스와 불활성가스를 유입시킨다 상기 제2반응가스를 소정시간 배제시키는 제2단계 동작을 번갈아 반복적으로 수행하거나, 상기 제2반응가스와 불활성가스를 반응용기(100)로 계속적으로 유입시키면서 상기 제1단계 동작을 반복함으로써 수행한다. 또, 웨이퍼(w)를 배제한 상태에서, 유량제어된 제1반응가스와 유량제어된 불활성가스를 혼합하여 상기 반응용기(100) 내의 웨이퍼블럭(140) 상부 표면으로 공급하고, 유량제어된 제2반응가스와 유량제어된 불활성가스를 혼합하여 상기 반응용기(100) 내의 웨이퍼 블록(140)의 외주측으로 공급함으로써 수행한다. 그리고, 상기 클리닝가스는  $\text{ClF}_3$ 로 사용한다.

<56> 이하. 첨부된 도면을 참조하여. 본 발명에 따른 ALD 박막증착설비의 클리닝장치의 제1실시예를 설명한다.

<57> 도 1은 본 발명에 따른 클리닝장치를 구비한 ALD 박막증착설비의 제1실시예의 도면이다. 제1실시예의 ALD 박막증착설비는 웨이퍼(w)에 TiN, TaN 등의 박막을 증착할 수 있으며, 이중 TiN 박막을 예로들어 설명하면 다음과 같다. 즉, TiN 박막을 형성하기 위하여, 제1반응가스로서  $\text{TiCl}_4$ 를 사용하였고, 제2반응가스로서  $\text{NH}_3$ 를 사용하였으며, 불활성가스로서 Ar 을 사용하였다.

<58> 도면을 참조하면, ALD 박막증착설비는, 웨이퍼가 내장되어 증착되는 반응용기(100)와, 반응용기(100)로 반응가스를 공급하는 가스정글과, 반응용기(100) 내의 가스를 외부

로 배출하는 배기라인(400)을 포함한다.

<59> 도 2는 도 1의 ALD 박막증착설비에 있어서, 반응용기의 분리사시도이며, 도 3은 도 2에 채용되는 반응용기에서 샤워헤드와 확산판을 분리하여 도시한 사시도이고, 도 4는 도 2의 반응용기의 단면도이며, 도 5는 도 4의 반응용기의 제1혼합부를 발췌하여 확대한 도면이다.

<60> 도면을 참조하면, 반응용기(100)는, 웨이퍼(w)가 위치되는 리액터블럭(110)과, 리액터블럭(110)에 헌지(128, 129)에 의해 결합된 샤워헤드판(120)과, 샤워헤드판(120)에 설치되어 반응가스 및/또는 불활성가스를 분사하는 확산판(130)과, 리액터블럭(110)의 내부에 설치되어 웨이퍼(w)가 안착되는 웨이퍼블럭(140)을 포함한다. 샤워헤드판(120)에는 공급되는 제1반응가스 및/또는 불활성가스가 이송되는 제1연결라인(121)과, 공급되는 제2반응가스 및/또는 불활성가스가 이송되는 제2연결라인(122)이 설치되어 있다.

<61> 리액터블럭(110)에는 후술할 제1,2반응가스공급라인(220)(240)과 연결되는 제1접속파이프(111) 및 제2접속파이프(112)가 설치되어 있다. 접속파이프(111,112)는 접속부(113)를 통하여 샤워헤드판(120)에 설치된 제1,2연결라인(121,122)에 접속된다. 접속부(113)에는 오링(113a)이 설치되어 있어 샤워헤드판(120)이 리액터블럭(110)을 닫을 때 제1,2접속파이프(111,112)와 후술할 제1,2연결라인(121,122)을 밀봉되게 효과적으로 연결하며, 샤워헤드판(120)이 회전되어 리액터블럭(110)으로부터 분리될 때에는 제1,2접속파이프(111,112)와 제1,2연결라인(121,122)이 효과적으로 분리된다. 또, 리액터블럭(110)에는, 유입되는 불활성가스 또는/및 반응가스가 배기될 수 있는 배기홀(117,118)이 2개 이상으로 상호 대칭 되게 형성되어 있다. 그리고, 샤워헤드판(120)이 리액터블럭(110)을 닫을 때, 반응용기 내부의 밀봉이 확실하게 이루어질 수 있도록, 리액터블럭

(110)상에 메인오링(114)이 설치된다.

<62> 샤큐헤드판(120)은 리액터블럭(110)을 덮어 리액터블럭(110) 내부에 소정의 압력이 일정하게 유지되도록 하고, 샤큐헤드판(120)이 리액터블럭(110)을 덮을 때 확산판(130)이 리액터블럭(110) 내부에 위치되도록 한다. 이때, 샤큐헤드판(120)에는 냉매가 흐르는 냉매유로(123)가 형성되어 있으며, 냉매유로(123)로 오일, 물, 공기와 같은 냉매를 흐르게 함으로써, 후술할 확산판(130)을 원하는 온도 범위로 맞출 수 있다.

<63> 확산판(130)은 박막증착공정시 가스를 분사하는 수단으로서, 확산판(130)에는 제1연결라인(121)과 연결되어 웨이퍼(w)의 상부로 제1반응가스 및/또는 불활성가스를 분사하는 다수의 분사구(131)와, 제2연결라인(122)과 연통된 유로(132)와 연결되어 제2반응가스 및/또는 불활성가스를 리액터블럭(110)의 내주면으로 분사할 수 있도록 그 리액터블럭(110)의 내주면을 향하는 다수의 노즐(133)이 형성되어 있다.

<64> 확산판(130)의 내부 중심에는 도 4 및 도 5에 도시된 바와 같이 제1반응가스와 불활성가스를 고르게 혼합시켜 상기 분사구(131)로 이송시키는 제1혼합부(134)가 형성되어 있다. 제1연결라인(121)으로 이송되는 제1반응가스와 불활성가스는 제1혼합부(134)에서 와류되어 혼합된 후 확산되어 모든 분사구(131)에서 고르게 웨이퍼 위로 분사된다.

<65> 제1혼합부(134)가 형성된 확산판(130)의 하부에는 분사구가 형성되어 있지 않는데, 분사구(131)는 제1혼합부(134)가 형성된 부분 이외에서부터 고르게 형성되어 있으며, 분사구(131)들이 이루는 면적은 분사되는 가스가 웨이퍼 전면에 고르게 분사될 수 있도록 웨이퍼(w)의 면적보다 큰 것이 바람직하다. 이때, 분사구(131)의 직경은 1mm ~ 2.5mm 범위인 것이 바람직한데, 이러한 직경은 여러번의 실험에 의하여 얻어진 것으로서, 웨이퍼(w) 상에 우수한 특성을 가진 박막이 증착될 수 있도록 한다. 분사구(131)의 개수는

직경에 따라서 100개에서 1000개 정도로 형성하며, 본 실시예에서는 160 개 이상으로 구현하였다.

<66> 여기서, 박막증착공정시 반응용기(100)의 내부 온도는 중요한 변수가 되는데, 적정 온도범위를 벗어나면 확산판(130)의 표면에 과도한 박막 및 공정부산물이 증착되며, 이것은 웨이퍼 상에 파티클을 많이 떨어뜨리는 원인이 되고, 또한 확산판(130)의 부식도 초래한다. 따라서, 확산판(130)의 온도 역시 중요한 변수로 작용하며, 이를 도 7을 참조하여 설명하면 다음과 같다.

<67> 도 7은  $TiCl_4$  가스와  $NH_3$  가스를 이용한 TiN 증착시, 확산판(130)의 바닥온도와 TiN 박막증착속도와의 관계를 나타낸 그래프이다. 도면에는 확산판(130)의 바닥온도가 T1 일때의 그래프와, T2 일때의 그래프가 도시되어 있고, T2 의 온도는 T1 보다 크다. 그래프에 도시된 바와 같이, 확산판(130)의 온도가 적정 온도범위보다 높아지면(즉,  $T_1 < T_2$ ) 동일한 TiN 박막증착속도를 얻기 위해 더 많은  $TiCl_4$  가스를 반응용기(100) 내로 유입시켜야 한다. 이것은  $TiCl_4$  가스중 상대적으로 더 많은 일부가 웨이퍼(w) 상에 박막을 증착하는데 사용되지 못하고 확산판(130)의 바닥 표면과 반응하여 파티클을 생성시키거나, 확산판(130) 표면에서 박막을 증착시키는데 소요되기 때문이다. 따라서, 높아진 확산판(130)의 온도를 필요에 따라 용이하게 낮출 필요가 있으며, 이 경우에는 샤크웨이드 판(120)에 형성된 냉매유로(123)로 냉매를 흐르게 하여 확산판(130)의 온도를 낮출 수 있다. 결론적으로, 박막증착공정시, 확산판(130)의 온도를 유지시키는 것에 의하여, 확산판의 바닥표면에 증착되는 박막이나 공정 부산물을 보다 최소화할 수 있고 이를 통해 파티클과 원치않는 공정에의 영향을 배제시킬 수 있으며 궁극적으로 클리닝 주기를 늘릴 수 있음과 동시에 클리닝 효과도 높일 수 있는 것이다.

<68> 제2연결라인(122)과 샤크위헤드판(120) 사이에는, 도 4에 도시된 바와 같이, 제2반응 가스와 불활성가스를 서로 고르게 혼합시키기 위한 제2혼합부(135)가 형성되어 있다. 제2혼합부(135)는 격벽(135a)에 구멍(135b)이 형성된 구조를 가진다.

<69> 노즐(133)은 제2혼합부(135)를 중심으로 방사상으로 형성된 유로(132)들과 연통되어 있고, 도 3에 도시된 바와 같이, 리액터블럭(110)의 내측면을 향하도록 경사지게 형성되어 있다. 노즐(133)의 개수는 30 개에서 100 개 이내인 것이 바람직하며, 본 실시예에서는 48개가 형성되어 있다.

<70> 웨이퍼블럭(140)은 리액터블럭(110)내에 설치되어 웨이퍼(w)가 안착되는 곳으로서, 증착공정 또는 클리닝공정이 이루어질 때 소정온도 이상으로 유지될 수 있도록 히터(H)가 설치된다.

<71> 확산판(130)과 웨이퍼블럭(140) 사이의 간격(D)은 20mm ~ 50mm 의 범위에 있다. 이러한 값은 여러번의 실험에 의하여 얻어진 것으로서, 웨이퍼(w) 상에 우수한 특성을 가진 박막이 증착될 수 있도록 한다.

<72> 도 6은 박막증착시, 간격(D)과 비저항과의 관계를 도시한 그래프로서, 이를 참조하면, 확산판(130) 웨이퍼블럭(140) 사이의 간격(D)이 30mm 일 경우에 비저항이 가장 낮은 값을 보임을 알 수 있다. 그러나, 다른 조건, 예컨대 제1,2반응가스의 종류 및 유량, 웨이퍼블럭의 온도등의 조건을 달리 했을 때, 간격(D)은 대략 20mm ~ 50mm 의 범위내에서 비저항이 낮은 값을 보였으며, 이러한 간격(D)이 우수한 특성의 박막을 형성하는데 중요한 구조적 특징을 가진다라는 결론을 내릴 수 있었다.

<73> 이러한 값은 종래의 CVD 반응용기에서, 반응가스가 분사되는 확산판과 박막이 증착

되는 웨이퍼블럭의 간격이 50mm 이상 ~ 100mm 정도의 간격을 가지는 것과 대비된다. 간격(D)이 종래에 비하여 좁기 때문에, 분사구(131)에서 분사되는 제1반응가스 및/또는 불활성가스의 분사 압력에 의하여 웨이퍼(w)상에 조밀한 제1반응가스층이 형성되며, 이 제1반응가스층은 이후에 유입되는 제2반응가스와 반응하여 보다 고순도 및 전기적 특성이 우수한 박막이 형성될 수 있게 한다.

<74> 웨이퍼블럭(140)의 외주에는 펌핑배플(150)이 형성된다. 펌핑배플(150)은 웨이퍼블럭(140)의 측부에 설치된 측벽(150a)과, 대칭의 구멍(150c)이 형성된 저벽(150b)이 형성되어 있다. 이때, 펌핑배플의 저벽(150b)의 하부의 리액터블럭(110)에는, 배기라인과 연결된 도우넛 형상의 펌핑포트(115)가 형성되어 있다.

<75> 펌핑배플(150)에서 측벽(150a)과 저벽(150b)은 리액터블럭(110)의 내측면으로 분사되는 제2반응가스 및/또는 불활성가스가 웨이퍼(w) 상에 형성된 제1반응가스층과 보다 고르게 반응될 수 있도록 하는 공간을 제공한다. 구멍(150c)은, 박막증착공정에서 배출되는 공정부산물과 박막증착에 이용되지 못한 가스들이 빠져나갈 수 있도록 하며, 이러한 가스들은 배기홀(117,118)을 경유하고 펌핑포트(115)를 통하여 배기된다.

<76> 한편, 박막증착공정을 수행함에 있어서, 반응용기 내부의 압력은 1 torr ~ 10 torr 범위 이내로 유지해야 하는데, 이러한 압력을 관찰 및 제어하기 위하여, 반응용기에는 압력측정부(160)가 반드시 설치되어야 한다.

<77> 반응용기(100)는 그 내외부에 여러개의 히터(H)가 설치되어 있어 박막증착공정이 수행될 때 반응용기를 가열시킨다. 본 실시예에서, 리액터블럭(110)의 내측면온도는 약 120°C ~ 200°C 범위에서 유지되어야 하고, 확산판(130)은 약 150°C ~ 260°C 범위에서 유지되어야 한다. 또, 웨이퍼블럭(140)은 약 425°C ~ 650 °C 범위에서 유지되도록 하고

, 펌핑배풀(150)은 150°C ~ 230°C 범위에서 유지되어야 한다. 그리고, 웨이퍼(w)를 공급 및 이송시키는 이송모듈(Transfer Module)(102)과 반응용기(100) 사이의 밧밸브(Vat Valve)(101)는 그 온도가 약 140°C ~ 170°C 범위에서 유지되도록 한다. 상기와 같은 온도설정을 함으로써 공정 부산물의 형성을 최소로 할 수 있다.

<78> 가스정글은, 도 1에 도시된 바와 같이, 제1반응가스를 반응용기(100)로 공급하기 위한 제1반응가스공급부(210)와, 제2반응 가스를 반응용기(100)로 공급하기 위한 제2반응가스공급부(230)를 포함한다. 제1반응가스공급부(210)는 제1반응가스공급라인(220)을 통하여 반응용기(100)와 연결되고, 제2반응 가스공급부(230)는 제2반응가스공급라인(240)을 통하여 반응용기(100)와 연결된다. 불활성가스공급원(250)으로부터 공급되는 불활성가스가 이송되는 제1불활성가스공급라인(260)은 제1반응가스공급라인(220)과 연결되고, 불활성가스공급원(250)으로부터 공급되는 불활성가스가 이송되는 제2불활성가스공급라인(270)은 제2반응가스공급라인(240)과 연결된다.

<79> 제1반응 가스공급부(210)는, 제1반응 원료를 가스화하는 버블러(211)와, 흐르는 제1반응가스의 흐름량을 제어하는 제1반응가스흐름량제어기(MFC ; Mass Flow Controller)(212)와, 버블러(211)와 제1반응가스흐름량제어기(212) 사이에 설치되어 제1반응가스의 흐름을 개폐하는 제1밸브(V1) 및 제2밸브(V2)를 포함한다. 제1반응가스공급라인(220)에는 제1반응가스흐름량제어기(212)의 전방에 설치된 제2밸브(V2) 및 제1반응가스흐름량제어기(212)에 제어된 제1반응가스의 흐름을 개폐시키는 제3밸브(V3)가 설치된다.

<80> 제2반응 가스공급부(230)는, 제2반응 가스의 흐름을 개폐시키는 제4밸브(V4)와, 제2밸브(V4)를 통과한 제2반응 가스의 흐름량을 제어하는 제2반응가스흐름량제어기(232)를

포함한다. 제2반응가스공급라인(240)에는 제2반응가스흐름량제어기(232)에 제어된 제2반응가스의 흐름을 개폐시키는 제5밸브(V5)가 설치된다.

<81>        제1불활성가스공급라인(260)에는, 공급되는 불활성가스의 흐름을 개폐시키는 제6밸브(V6)와, 상기 제6밸브(V6)를 통과한 불활성가스의 흐름량을 제어하는 제1불활성가스흐름량제어기(262)와, 제1불활성가스흐름량제어기(262)에 제어된 불활성가스의 흐름을 개폐시키는 제7밸브(V7)가 설치된다.

<82>        제2불활성가스공급라인(270)에는, 공급되는 불활성가스의 흐름을 개폐시키는 제8밸브(V8)와, 제8밸브(V8)를 통과한 불활성가스의 흐름량을 제어하는 제2불활성가스흐름량제어기(272)와, 제2불활성가스흐름량제어기(272)에 제어된 불활성가스의 흐름을 개폐시키는 제9밸브(V9)가 설치된다.

<83>        이때, 제1반응가스 및/또는 불활성가스를 반응용기(100)를 거치지 않고 곧바로 배기라인(400)으로 흘르게 하기 위한 제1바이패스라인(280)과, 제2반응가스 및/또는 불활성가스를 반응용기(100)를 거치지 않고 곧바로 배기라인(400)으로 흘르게 하기 위한 제2바이패스라인(290)을 포함한다.

<84>        제1바이패스라인(280)은 제1반응가스흐름량제어기(212)와 제3밸브(V3) 사이의 라인에 연결된 제10밸브(V10)를 포함하고, 제1불활성가스흐름량제어기(262)와 제7밸브(V7) 사이의 라인에 연결된 제11밸브(V11)를 포함한다. 제2바이패스라인(290)은 제2반응가스흐름량제어기(232)와 제5밸브(V5) 사이의 라인과 연결된 제12밸브(V12)를 포함하고, 제2불활성가스흐름량제어기(272)와 제9밸브(V9) 사이의 라인과 연결된 제13밸브(V13)를 포함한다.

<85> 제1,2바이패스라인(280)(290)은, 제1반응가스나 제2반응가스 또는 불활성가스등의 원료를 교체시 유입되는 소량의 공기를 반응용기(100)를 경유하지 않고 곧바로 배가라인(400)으로 흐르게 할 경우에, 또는 라인 내에 오염원이 발생될 경우에, 또는 가스정글을 새것으로 교체하는 경우에, 가스정글 내의 라인을 퍼지(purge)시키기 위한 목적으로 채 용된다. 이와 같이, 라인 내에 잔존하는 제1,2반응가스나 공기 또는 오염원등은 불활성 가스에 의하여 제1,2바이패스라인(280)(290)을 통해 곧바로 배가라인(400)으로 퍼지되므로 반응용기(100)가 오염되는 것을 방지할 수 있다. 따라서, 이러한 제1,2바이패스라인(280)(290)은 박막을 증착하는 공정등에서는 사용하지 않고, 특수한 경우에만 사용한다.

<86> 가스정글은 라인에 잔존하는 가스를 퍼지하기 위한 것으로서, 불활성가스공급원(310)으로부터의 불활성가스를 공급하는 별도의 불활성가스공급라인(320)을 더 포함한다. 불활성가스공급라인(320)은 제1반응가스공급부(210), 제2반응가스공급부(230), 제1불활성가스공급라인(260), 제2불활성가스공급라인(270), 제1바이패스라인(280), 제2바이패스라인(290), 배가라인(400)등과 유기적으로 연결되어 있다. 이러한 불활성가스공급라인(320)은, 제1반응가스공급부(210)로의 불활성가스 흐름을 개폐하기 위한 제14밸브(V14)와, 제2반응가스공급부(230)로의 불활성가스 흐름을 개폐하기 위한 제15밸브(V15)와, 제1불활성가스공급라인(260)으로의 불활성가스 흐름을 개폐하기 위한 제16밸브(V16)와, 제2불활성가스공급라인(270)으로의 불활성가스 흐름을 개폐하기 위한 제17밸브(V17)와, 제1바이패스라인(280)으로의 불활성가스 흐름을 개폐하기 위한 제18밸브(V18)와, 제2바이패스라인(290)으로의 불활성가스 흐름을 개폐하기 위한 제19밸브(V19)들을 통해 공정에 필요한 기본적 가스라인에 접속된다.

<87> 배기라인(400)은 반응용기(100) 및 제1,2바이패스라인(280)(290), 본 발명에 따르는 후술할 클리닝가스공급라인(340)등이 연결되어 있다. 배기라인(400)에는 압력측정부(160)에서 측정된 반응용기(100) 내의 압력에 의하여 제어되는 것으로서 배기되는 가스량을 조절하는 트로틀밸브(TV)와, 배기 가스의 흐름을 개폐시키는 제23밸브(V23), 제24밸브(V24), 제25밸브(V25), 배기펌프(410)등이 설치되어 있다. 이때, 제1바이패스라인(280)은 제23밸브(V23)와 제24밸브(V24) 사이의 라인에 연결되고, 제2바이패스라인(290)은 제25밸브(V25)와 배기펌프(410) 사이의 라인에 연결되어 있다.

<88> 한편, 반응가스가 흐를 때 원치않는 응축현상에 의한 콜드스폿이 형성될 수 있다. 콜드스폿은 박막증착과정시 나쁜 영향을 미치므로, 라인들에는 콜드스폿의 발생을 억제하기 위한 히터(미도시)들이 설치된다. 이러한 히터들은 라인별로 가능한 많은 영역 구분을 하여 독립적으로 설치되는 것이 바람직하며, 라인내 모든 영역에서 온도 기울기를 형성하는 것이 바람직하다. 본 실시예에서는, 반응용기(100)로 갈수록 온도 기울기가 40°C ~ 200°C 범위에 있도록 하였다.

<89> 상기 가스정글은, 반응용기(100)를 클리닝하기 위한 클리닝가스공급라인(340)을 포함하며, 클리닝가스공급라인(340)은 제1반응가스공급라인(220)과 연결되어 있다. 클리닝가스공급라인(340)에는, 클리닝가스를 공급하는 클리닝가스공급부(330)와, 공급되는 클리닝가스의 흐름을 개폐시키는 제21밸브(V21)와, 제21가스밸브(V21)를 통과한 클리닝가스의 흐름량을 제어하는 클리닝가스흐름량제어기(342)와, 클리닝가스흐름량제어기(342)에 제어된 클리닝가스의 흐름을 개폐시키는 제22밸브(V22)를 설치한다. 이때, 클리닝가스공급부(330)와 제21밸브(V21) 사이에는 매뉴얼밸브(331)와 가스내의 존재할 수 있는 이물질을 걸러내는 필터(332)가 설치된다. 상기와 같은 구조에 있어서, 클리닝가스로

$\text{ClF}_3$  가스를 적용할 수 있다.

<90> 이때, 클리닝가스공급라인(340)은 클리닝가스를 반응용기(100)를 거치지 않고 곧바로 배기라인(400)으로 흐르게 하기 위하여, 제26밸브(V26)를 사이에 두고 배기라인(400)과 연결되어 있는 제2바이패스라인(290)과 연결된다. 클리닝가스공급라인(340)을 통하여 유입되는 클리닝가스는, 제22밸브(V22)를 닫고, 제26밸브(V26)를 열을 때, 제2바이패스라인(290) 및 배기라인(400)을 거쳐 외부로 배기된다.

<91> 다음, 상기와 같은 구조의 클리닝장치를 구비한 ALD 박막증착설비의 제1실시예의 동작을 설명한다.

<92> 본 실시예에는 웨이퍼에 TiN 박막증착을 위한 구성을 도시하고 있으며, 이를 위하여 제1반응가스로서  $\text{TiCl}_4$ 를 사용하였고, 제2반응가스로서  $\text{NH}_3$ 를 사용하였으며, 불활성 가스로서 Ar 을 사용하였다. 따라서, 버블러(211)에는 액상의  $\text{TiCl}_4$  가 수용되어 있다.

<93> 반응용기(100)는, 도 8에 도시된 바와 같이, 웨이퍼(w)를 공급 및 이송시키는 이송모듈(Transfer Module)(102)에 뱃밸브(Vat Valve)(101)를 사이에 두고 장착된다. 웨이퍼(w)는 이송모듈(102)의 로봇아암(미도시)에 의하여 웨이퍼이송구멍(116)을 통하여 반응용기(100) 내부로 이송되어 웨이퍼블럭(140)에 안착된다.

<94> 웨이퍼(w)가 히터블록(140) 상에 안착되면 웨이퍼블럭(140)은 웨이퍼(w)를  $400^{\circ}\text{C}$  ~  $600^{\circ}\text{C}$  까지 상승시키고, 웨이퍼 온도가 안정화된 후 반응용기(100)로의 가스유입단계를 수행한다.

<95> 가스유입단계는, 제1밸브(V1), 제6밸브(V6), 제8밸브(V8), 제4밸브(V4)를 수초간 여는 것으로 시작한다. 그러면, 버블링된  $\text{TiCl}_4$  가스는 제2밸브(V2)까지 차게 되고, Ar

가스는 제1,2불활성가스흐름량제어기(262)(272)에 의하여 적절히 유량제어된 후 제7밸브(V7) 및 제9밸브(V9)까지 차게 되며, NH<sub>3</sub> 가스는 제2반응가스흐름량제어기(232)에 의하여 적절히 유량제어된 후 제5밸브(V5)까지 차게 된다.

<96> 다음에, 제7밸브(V7), 제9밸브(V9)를 열어 불활성가스를 반응용기(100) 내부로 유입시킨다. 가스가 유입되기 전 반응용기(100) 내부의 압력은 10<sup>-4</sup>~5×10<sup>-3</sup> torr을 유지하는데, 불활성가스가 유입됨에 따라 반응용기(100) 내부의 압력은 1~10 torr로 된다. 이러한 압력은 반응용기(100)에 설치된 압력측정부(160)가 배기라인(400)의 트로틀밸브(TV)를 적절히 열게 함으로써 가능하다. 여기서, 제7,9밸브(V7)(V9)를 제6,8,밸브(V6)(V8)를 연 이후 순차적으로 여는 이유는, 갑자기 제7,9밸브(V7,9)를 열 경우 이들 밸브들을 통하여 반응용기(100) 내 가스가 역류될 수 있기 때문이다.

<97> 다음에, 반응용기(100) 내로 NH<sub>3</sub> 가스와 TiCl<sub>4</sub> 가스를 번갈아 유입시킴으로써 웨이퍼(w) 상에 TiN 박막을 증착한다. 예를 들면, TiCl<sub>4</sub> 가스를 먼저 유입하는 경우에는, 반응용기로 먼저 제1단계로 TiCl<sub>4</sub> 가스와 Ar 가스를 함께 유입시키다, 소정시간 경과후 TiCl<sub>4</sub> 가스를 배제시킨다. 그러면, 웨이퍼(w) 상에 TiCl<sub>4</sub> 가스층이 형성되고, 이 가스층은 계속 유입되는 Ar 가스에 의하여 압착된다.

<98> 다음에, 제2단계로, NH<sub>3</sub> 가스와 Ar 가스를 함께 유입시키다, NH<sub>3</sub> 가스의 공급을 소정시간 차단한다. NH<sub>3</sub> 가스는 이미 웨이퍼(w) 상에 형성되어 있는 TiCl<sub>4</sub> 가스층과 반응하여 웨이퍼(w)에 TiN 박막을 형성시킨다. 즉, 제1,2단계의 연속적인 진행을 통하여 TiN + NH<sub>3</sub> 층이 형성되는 것이다.

<99> 다음, TiN + NH<sub>3</sub> 층 상에 계속적인 박막 성장을 위하여 제1단계를 다시 실시한다.

그러면,  $TiN + NH_3$  층은  $TiN + TiN + TiCl_4$  층으로 바뀌게 된다. 이후, 제2단계의 실시로  $TiN + TiN + TiN + NH_3$  층을 형성하고 이러한 과정을 반복함으로써 원하는 두께의  $TiN$  박막을 얻을 수 있다.

<100> 이러한  $TiN$  박막증착과정은 제6,7밸브(V6)(V7) 및 제8,9밸브(V8, V9)를 열어 Ar 가스를 반응용기(100) 내로 계속 유입시키면서, 제1밸브(V1) 및 제4밸브(V4)를 항상 연 상태에서 제3밸브(V3)와 제5밸브(V5)를 번갈아 여닫음으로써 이뤄진다.

<101> 이때, 제2밸브(V2)는 제3밸브(V3)가 열리기 전에 열려  $TiCl_4$  가스가 제1반응가스흐름량제어기(212)를 경유하여 제3밸브(V3)까지 채워지도록 하고, 이후 제3밸브(V3)를 열어 제1반응가스를 반응용기(100)로 보낼 때 제2밸브(V2)는 닫혀지도록 한다. 즉, 제1반응가스는 밸브와 밸브 사이를 단위로 하여 순차적으로 제1반응가스공급라인(220)을 통하여 하는 것이다. 그리고, 반응과정을 통하여 발생되는 공정부산물 가스는 배기라인(400)의 트로틀밸브(TV), 항상 열려진 제23,24,25밸브(V23, 24, 25)를 경유하여 배기된다.

<102> 상기와 같은 반응을 요약하면,  $TiCl_4$  가스는 제1,2밸브(V1,2)를 거쳐 유량제어된 후 제3밸브(V3)를 통하여 제1반응가스공급라인(220)으로 이송되고, Ar 가스는 유량제어된 후 제7밸브(V7)를 거쳐 제1반응가스공급라인(220)에서  $TiCl_4$  가스와 혼합되어 반응용기(100)로 이송되는 것이다.

<103> 이후, 혼합된  $TiCl_4$  및 Ar 은 제1접속파이프(111) 및 제1연결라인(121)을 경유하고 제1혼합부(134)에서 다시 한번 고르게 혼합되어 분사구(131)를 통하여 웨이퍼(w) 상으로 고르게 분사되는 것이다.  $NH_3$  반응가스는 제4밸브(V4)를 거쳐 유량제어된 후 제5밸브(V5)를 통해 제2반응가스공급라인(240)으로 이송되고, Ar 가스는 유량제어된 후

제9밸브(V9)를 거쳐 제2반응가스공급라인(240)에서 NH<sub>3</sub> 가스와 혼합되어 반응용기(100)로 이송된다. 이후, 혼합된 NH<sub>3</sub> 가스 및 Ar 가스는 제2접속파이프(112) 및 제2연결라인(122)을 경유하고 제2혼합부(135)에서 다시 한번 고르게 혼합된 후 노즐(133)을 통하여 리액터블럭(110)의 내측벽 방향으로 분사되는 것이다.

<104> 이때, 유량제어되는 TiCl<sub>4</sub> 가스의 흐름량을 1SCCM 이상, TiCl<sub>4</sub> 가스와 혼합되는 Ar 가스의 흐름량을 50 SCCM 이상, NH<sub>3</sub> 의 흐름량을 50SCCM 이상, NH<sub>3</sub> 가스와 혼합되는 Ar 가스의 흐름량을 60SCCM 이상으로 하는 것이 바람직하다. 이러한 값은 여러번의 실험에 의하여 얻은 값으로서, 적어도 흐름량이 상기한 값 이상일 때 고순도 및 전기적 특성이 우수하며 스텝커버리지가 좋은 박막을 얻을 수 있는 것이다.

<105> 상기와 같은 방식으로 수행하는 박막증착공정은, 반응용기(100)로 연속적인 가스분사에 의하여 이루어지고, 또 압력측정부와 트로틀밸브를 포함한 밸브들과의 적절한 신호 교환 및 제어에 의하여 반응용기의 공정압력이 일정하게 유지된다. 따라서, 증착되는 박막의 균일화(uniformity)등이 더욱 향상된다.

<106> 그리고, 제1반응가스로 Ta 원소를 포함한 화합물 가스를 이용하고, 제2반응가스로 N 을 포함한 화합물, 예를 들어 NH<sub>3</sub> 가스를 이용할 경우에도, 상기와 같은 방식을 취함으로써 웨이퍼(w) 상에 TaN 박막을 증착할 수 있다.

<107> 여기서, 상기한 Ar 가스와 같은 불활성가스는 제1,2반응가스들을 적절히 희석시켜 원활히 반응용기(100)로 보내는 역할을 하며 이는 중요한 공정변수로 작용한다. 또한, 불활성가스는 제1,2반응가스공급라인(220)(240)으로 웨이퍼의 박막증착공정과 그 전후에 걸쳐 항상 일정량 이상이 흐름으로써 해당 반응가스공급라인으로의 가스 역류를 막는 역할을 한다.

- <108> 다음, 본 발명에 따른 클리닝 방법을 설명하면 다음과 같다.
- <109> 클리닝 방법은, 흐르는 클리닝가스와 불활성가스를 이용하여 반응용기(100) 내벽 및 구성요소에 형성된 박막이나 공정 부산물을 제거하기 위한 메인클리닝공정 및 서브클리닝공정과, 반응용기(100) 내에 남아있는 파티클을 반응용기 내벽 및 구성요소에 고착시켜 분리되지 않도록 하기 위한 용기내 프리코팅공정(pre-coating process)을 포함한다.
- <110> 메인클리닝공정은, 클리닝은 반응용기(100) 내벽이나 여러 구성요소(확산판, 웨이퍼블럭, 펌핑배풀의 측벽(150a)등)에 형성된 박막이나 공정 부산물(파우더, 불순물을 포함하는 박막등...)이 지나치게 증착되어 그로부터 분리되는 파티클의 개수가 소정의 값을 넘게될 경우에 시행하거나 또는 정해진 주기마다 시행한다. 클리닝 주기는 형성하는 박막에 따라 차이가 있겠지만 TiN, Ti, TiAlN 박막등을 증착하는 경우, 적어도 500 장 이상의 웨이퍼를 증착한 이후에 실시하게 된다.
- <111> 메인클리닝공정은 클리닝가스흐름량제어기(342)에서 유량제어된 클리닝가스와 제1불활성가스흐름량제어기(262)에서 유량제어된 불활성가스를 제1반응가스공급라인(220)을 통하여 혼합시킨 후 이 혼합가스를 확산판(130)의 분사구(131)를 통하여 웨이퍼(w)의 상부 표면으로 분사되도록 하고, 제2불활성가스흐름량제어기(272)에서 유량제어된 불활성가스를 제2반응가스공급라인(240)을 통하여 확산판(130)의 노즐(133)을 통하여 웨이퍼(w)의 측부로 분사시킴으로써 수행한다. 본 실시예에서, 클리닝가스로 ClF<sub>3</sub> 가스를 사용하고, 불활성가스로 Ar 가스를 사용한다.
- <112> ClF<sub>3</sub> 가스는 상온에서 거의 무색 투명하며 비점이 11.75°C 을 가진다. 이러한 ClF<sub>3</sub> 가스는 반응용기(100) 내부로 유입되기까지 ClF

3 가스가 액화되지 않도록 하여야 하며, 적절한 온도를 인가하기 위하여 라인에 히터를 설치한다.

<113> Ar 가스는 ClF<sub>3</sub> 가스를 제1반응가스공급라인(220)을 통해 확산판(130)으로 흐르게 함으로써 ClF<sub>3</sub> 가스를 적절히 희석시키며, 반응용기(100) 내부로 원활히 흐르게 한다.

<114> 메인클리닝과정시, 반응용기 내부에 과도한 식각에 의한 재질 손상을 받지 않도록 하는 온도설정이 필요하다. 대부분의 반응용기 내의 구성요소의 표면온도는 대부분 170 °C 이하에서 ClF<sub>3</sub> 가스에 대해 안정적이고, 마찬가지로, 배기라인 온도도 170°C 이하이면 적절하다. 따라서, 반응용기(100) 내부의 표면온도는 웨이퍼블럭(140)을 제외하고 높아도 200°C 이하, 바람직하게는 170°C 이하에 있도록 히터들을 조정한다. 또한, 웨이퍼블럭(140)의 박막증착과정온도( 425°C ~ 650 °C 범위)를 약 300°C 까지 낮춘 상태에서 수행한다.

<115> 한편, 유입되는 ClF<sub>3</sub> 가스량은 Ar 가스량보다 작게 하는데, 더 상세하게는 유량제어되는 ClF<sub>3</sub> 가스의 흐름량은 50SCCM 이상, ClF<sub>3</sub> 가스와 혼합되는 Ar 가스의 유량제어된 흐름량은 50 SCCM 이상, 상기 제2반응가스공급라인(240)으로 흐르는 Ar 가스의 유량제어된 흐름량은 300 SCCM 이상인 것이 바람직하다. 이때, 반응용기(100) 내의 압력설정은 0.5 torr에서 10 torr 범위에 있는 것이 바람직하다. 상기와 같은 방식으로 수행하는 가스클리닝과정은 대략 50분에서 90 분 정도의 시간이 소요된다.

<116> 서브클리닝과정은, 충분한 량의 공정 부산물이 반응용기(100) 내에 퇴적되지 않았음에도 불구하고 반응용기(100) 내의 국부적 과잉 퇴적에 기인하여 그로부터 분리되는 파티클의 개수가 소정개수 이상 될 경우에 수행하는 메인클리닝과정에 비해 간소화 된

클리닝공정이다.

<117> 서브클리닝공정은, 웨이퍼블럭(140)의 박막증착공정온도( $425^{\circ}\text{C} \sim 650^{\circ}\text{C}$ )를  $400^{\circ}\text{C}$  정도 이하로 하강시키고, 반응용기(100) 내부 표면의 온도가 웨이퍼블럭(140)을 제외하고 높아도  $200^{\circ}\text{C}$  이하, 바람직하게는  $170^{\circ}\text{C}$  이하에 있도록 한 상태에서 수행한다. 이러한 조건에서, 제22밸브(V22)를 주기적으로 열고 닫음으로써  $\text{ClF}_3$  가스를 반응용기(100) 내부로 유입되도록 하는 펄스(pulse) 유입을 수행하며, 이때 유입시간은 대략 5 분 이상 정도로 한다. 제22밸브(V22)를 주기적으로 여닫게 되면, 반응용기(100) 내부에서는  $\text{ClF}_3$  가스에 의한 압력 요동(pressure fluctuation)이 발생되고, 압력요동에 의하여  $\text{ClF}_3$  가스는 반응용기(100)로의 유입시 순간적으로 고르게 확산되면서 반응용기(100) 내부에 국부적으로 과잉 퇴적된 박막이나 공정부산물들을 식각하여 제거한다. 이때, 제22밸브(V22)는 수초 내지 수십초 이상의 주기로 1~2초 이상의 임의의 시간동안 열리게 된다.

<118> 한편, 유입되는  $\text{ClF}_3$  가스량은 Ar 가스량보다 작게 하는데, 더 상세하게는 유량제어되는  $\text{ClF}_3$  가스의 흐름량은 50SCCM 이상,  $\text{ClF}_3$  가스와 혼합되는 Ar 가스의 유량제어된 흐름량은 50 SCCM 이상, 상기 제2반응가스공급라인(240)으로 흐르는 Ar 가스의 유량제어된 흐름량은 300 SCCM 이상인 것이 바람직하다. 이 상태에서, Ar 가스의 흐름은 연속적으로 한 상태에서, 제22밸브(V22)를 주기적으로 여닫는 것에 의하여  $\text{ClF}_3$  가스를 반응용기(100) 내부로 흘리는 것이다. 이때, 반응용기(100) 내의 압력설정은 0.5 torr에서 10 torr 범위에 있는 것이 바람직하다.

<119> 상기와 같은 메인클리닝공정 또는 서브클리닝공정에 있어서, 반응용기(100)로 유입시키는  $\text{ClF}_3$  가스의 유입량과 그 반응용기(100) 내의 압력을 일정하게 하는 경우, 반응용기(100) 내부 표면 전체에 증착된 박막의 평균적인 식각 속도를 일정하게 하기 위해선

분사구(131)로 분사되는 불활성가스량과 상기 노즐(133)로 분사되는 불활성가스량의 더 한 값이 일정하도록 하는 것이 바람직하다.

<120> 용기내 프리코팅공정은, ClF<sub>3</sub> 가스를 이용한 메인클리닝공정 이후에 반응용기(100) 내부에 남아있는 미세한 파티클을 그 반응용기(100) 내부 표면에 고착시키기 위한 공정이다. 이는, 반응용기(100)에 웨이퍼를 수납시키지 않고 수행하는데, 메인클리닝공정 이후 남아있는 매우 작은 파티클을 반응용기 내부 표면에 고착시킴으로써, 박막증착공정시 웨이퍼로 파티클이 떨어지지 않도록 한다.

<121> 용기내 프리코팅공정을 수행하기 전에 반응용기(100) 내에 남아있는 가스가 충분히 배기되어야 한다. 이를 위하여, 메인클리닝공정이나 서브클리닝공정 완료후, 반응용기(100) 내로 모든 가스의 유입을 중단함과 동시에 트로틀밸브(TV)를 100 % 열어 최대한의 펌핑을 수행하여, 반응용기(100) 내부에 남아있는 ClF<sub>3</sub> 와 Ar 가스, 그리고 남아있는 공정부산물을 빠르게 배기라인(400)으로 배출시킨다.

<122> 반응용기(100) 내부가 충분히 진공 상태로 되었을 때, 메인클리닝공정시 떨어뜨렸던 웨이퍼블럭(140)의 온도를 박막증착공정 온도(약 425°C ~ 650 °C)로 상승시키기 시작한다. 웨이퍼블럭(140)의 온도를 상승시키는 과정에서, Ar 가스를 반응용기(100)로 유입시키는 플러싱(fushing)을 병행한다. 플러싱은 제6밸브(V6) 및 제7밸브(V7)를 열어 Ar 가스가 제1반응가스공급라인(220)을 통해 반응용기(100)로 흐르게 함과 동시에, 제8밸브(V8) 및 제9밸브(V9)를 열어 Ar 가스를 제2반응가스공급라인(240)을 통해 반응용기(100)로 흐르게 하는 것에 의하여 이루어진다.

<123> 플러싱이 진행되는 동안, 웨이퍼블럭(140)의 온도는 박막증착 공정온도까지 상승된다. 웨이퍼블럭(140)의 온도가 박막증착공정 온도까지 상승하여 안정화되면, 웨이퍼가

없는 상태로 상술한 박막증착공정과 거의 유사한 용기내 프리코팅공정을 수행한다.

<124> 용기내 프리코팅공정은, 반응용기(100)에서 웨이퍼를 배제한 상태에서, 유량제어된  $TiCl_4$  가스와 Ar 가스를 혼합하여 반응용기(100) 내의 웨이퍼블럭(140) 상부 표면으로 공급하고,  $NH_3$  가스와 유량제어된 Ar 가스를 혼합하여 반응용기(100) 내의 웨이퍼 블록(140)의 외주측으로 공급함으로써 수행한다. 이때, 중요한 것은,  $TiCl_4$  가스를 반응용기로 유입시키기 전 적어도 수초전에  $NH_3$  가스를 먼저 유입시키는 것이다. 이는,  $TiCl_4$  가스 자체가 강한 부식성이 있기 때문으로서, 만약  $TiCl_4$  가스가 반응용기(100) 내부로 먼저 유입되면 반응용기 내부의 구성요소들을 순간 식각하여 고체상태의 매우 작은 파티클을 발생시킨다. 따라서,  $TiCl_4$  가스가 유입되기 적어도 수초전에  $NH_3$  가스를 유입시켜 반응용기(100) 내부 표면에  $NH_3$  가스층이 미리 존재하게끔 함으로써, 이후에  $TiCl_4$  가스가 유입될 때  $NH_3$  가스와 반응되게 하여 식각 작용을 최소화시키는 것이다. 즉, 상기 제1반응가스로 Cl 원소를 포함한 화합물가스를 사용하고 상기 제2반응가스를  $NH_3$ 로 사용할 경우에, 파티클의 생성을 최소화하기 위하여, 초기 제1반응가스를 상기 반응용기(100)로 유입시키기 적어도 수초전에  $NH_3$  가스를 미리 유입시키는 것이다.

<125> 이후에, 반응용기(100)로 상기  $TiCl_4$  가스와 Ar 가스를 혼합하여 유입시키다  $TiCl_4$  가스를 소정시간동안 배제시키는 제1단계 동작과, 반응용기(100)로  $NH_3$  가스와 Ar 가스를 유입시키다  $NH_3$  가스를 소정시간 배제시키는 제2단계 동작을 번갈아 반복하거나 상기 제2반응가스와 불활성가스를 계속적으로 유입시키면서 제1단계 동작을 반복함으로써 용기내 프리코팅공정을 수행한다.

<126> 상기와 같은 용기내 프리코팅공정은, 웨이퍼를 배제시킨 상태에서 진행할 뿐 실질

적으로 박막증착공정과 매우 유사하며, 그 증착조건도 거의 유사하다. 즉, 박막증착공정에서와 같이, 제1반응가스로 Ti, Ta, W 전이금속 원소를 포함하는 화합물 가스를 사용하고 제2반응가스로 NH<sub>3</sub> 가스를 사용할 경우에, 박막증착공정시, 상기 웨이퍼(w)의 온도를 400℃ ~ 600℃ 범위로 유지시키고, 상기 반응용기(100)로 연결되는 라인의 온도를 40℃ ~ 200℃ 범위에서 유지시킨다.

<127> 상기와 같은 구조의 박막증착설비를 적용하여 시험한 데이터가 도 9에 도시되어 있다. 도 9는 클리닝공정 전후에, 반응용기에서 검출되는 파티클의 개수를 도시한 데이터이다. 도면에서, A는 500 매의 웨이퍼를 박막증착한 이후에 검출된 파티클의 개수이고, B는 메인클리닝공정이후에 검출된 파티클의 개수이며, C는 용기내 프리코팅공정 이후에 검출된 파티클의 개수이다. 참고로 ALD 박막 형성의 종류, 설비의 조건에 따라 웨이퍼 장수에 준하는 모니터링 주기는 차이가 있을 수 있다. 본 실시예에서는 500 매의 웨이퍼를 연속적으로 박막증착한 이후에 검출된 파티클의 개수는 28 개였으며, 60분의 클리닝공정 이후 275개의 파티클이 검출되었으며, 이어서 10분 간의 용기내 프리코팅공정 이후에는 15개로 줄었다. 여기서, 클리닝공정 이후에 275개의 파티클이 검출된 것은 반응용기(100) 내부가 오염된 것은 아니고 클리닝공정을 통하여 확산판의 표면에 존재하는 클리닝 공정부산물이 배기라인으로 빠져 나가지 못하고 남아서 웨이퍼(w) 상으로 떨어지는 것이다. 이후에, 용기내 프리코팅공정을 수행하면 검출되는 파티클의 개수를 현저히 줄일 수 있다.

<128> 상기와 같은 클리닝공정은 종래에 반응용기를 열어 수행한 ??클리닝(wet cleaning) 공정과 차이점이 있고, ??클리닝공정을 수행할 때 생기는 시간상의 손실을 최대한 줄일 수 있었다. 본 실시예에서는 클리닝공정의 수행은 형성하는 박막에 따라 약간의 차이가

있지만 약 500 매 이상 주기로 적어도 5-10 회 이상 문제없이 수행할 수 있다

<129> 다음, 도 10을 참조하여, 본 발명에 따른 클리닝장치를 구비한 ALD 박막증착설비의 제2실시예를 설명한다. 여기서, 도 1에서와 동일한 참조부호는 동일 기능을 하는 동일부재이다.

<130> 제2실시예가 제1실시예와 다른 점은, 제1실시예가 웨이퍼상에 TiN 또는 TaN 박막을 증착할 수 있는 것에 비하여, 제2실시예에서는 WN 와 같은 박막을 형성할 수 있다. 이것을 가능하게 하기 위하여, 제1실시예의 구성중 제1반응가스공급부(210)가 제1반응가스 공급부(510)로 대체되는 것이다. 제1반응가스공급부(510)는 제1반응가스의 흐름을 개폐시키는 제31밸브(V31)와, 제31밸브(V31)를 통과한 제1반응가스의 흐름량을 제어하는 제1반응가스흐름량제어기(512)를 포함하고, 이러한 제1반응가스공급부(510)는 제3밸브(V3)와 연결되는 것이다.

<131> 즉, 상기한 구성에 있어서, WN 박막을 형성할 경우에 제1반응가스의 원료로서 WF<sub>6</sub>를 사용하고, 제2반응가스는 N 을 포함한 화합물가스, 예를 들면 NH<sub>3</sub> 를 사용하며, 불활성가스로서는 Ar 가스를 사용하는 것이다. 상기한 가스를 이용한 박막증착방법은 TiN 을 증착하는 방법과 거의 유사하므로 상세한 설명을 생략한다.

<132> 다음, 도 11 을 참조하여, 본 발명에 따른 클리닝장치를 구비한 ALD 박막증착설비의 제3실시예를 설명한다. 여기서 도 1에서와 동일한 참조부호는 동일 기능을 하는 동일부재이다.

<133> 제3실시예가 제1실시예가 다른 점은, 제1실시예가 TiN 또는 TaN 박막등을 증착할 수 있는 것에 비하여, 제3실시예에서는 TiN 또는 TaN 은 물론 Ti, TiAlN 박막을 형성할

수 있다. 이것을 가능하게 하기 위하여, 제1실시예의 구성에 제3반응가스인 TMA(TriMethylAluminum) 가스가 이송되는 제3반응가스이송라인과, 제4반응가스인 H<sub>2</sub> 가스가 이송되는 제4반응가스이송라인을 더 추가시키는 것이다.

<134> 제4반응가스공급부(610)는, 공급하는 H<sub>2</sub> 의 흐름을 개폐시키는 제32밸브(V32), 제32밸브(V32)를 통과한 H<sub>2</sub>의 흐름량을 제어하는 제4반응가스흐름량제어기(612), 제4반응가스흐름량제어기(612)에 제어된 H<sub>2</sub> 가스의 흐름을 개폐시키는 제33밸브(V33)를 포함한다.

<135> 제3반응가스공급부(620)는, 제3반응원료를 가스화하는 버블러(621)와, 흐르는 제3반응가스의 흐름량을 제어하는 제3반응가스흐름량제어기(622)와, 버블러(621)와 제3반응가스흐름량제어기(622) 사이에 설치되어 제3반응가스의 흐름을 개폐하는 제34밸브(V34)와, 제2반응가스공급라인(240)으로 제3반응가스흐름량제어기(622)에 제어된 제3반응가스의 흐름을 개폐시키는 제35밸브(V35)를 포함한다.

<136> 즉, 상기한 구성에 있어서, TiN 또는 TaN은 물론 Ti, TiAlN 등의 박막을 형성하기 위하여, 제1반응가스는 Ti 또는 Ta 전이금속 원소를 포함하는 화합물 가스를 사용하고, 불활성가스로서 Ar를, 제2반응가스는 N 원소를 포함한 화합물 가스를 사용하고, 제3반응가스로 TMA 가스를, 제4반응가스로서 H<sub>2</sub> 가스를 사용하는 것이다.

<137> 이러한 구조의 박막증착설비의 제3실시예는 앞서 전술한 제1실시예와 대동소이하므로 상세한 설명은 생략한다.

<138> 지금까지 설명한 모든 실시예에서, 언급된 ALD 박막은 Ti, TiN, TiAlN, WN, TaN 박막이었다. 상기예는 대표적으로 언급된 것이며 반응가스를 바꾸어 WSiN,

TiSiN, TaSiN 과 같은 전이금속 원소를 포함하는 ALD 박막을 증착할 경우에도 역시 본 발명을 적용할 수 있다.

<139> 본 발명은 도면에 도시된 일 실시예를 참고로 설명되었으나, 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다.

### 【발명의 효과】

<140> 본 발명에 따른 ALD 박막증착설비의 클리닝장치 및 클리닝방법은, 반응용기 내 또는 구성요소 표면에 증착되는 박막이나 공정부산물을 반응용기를 열지 않고 효과적으로 건식(dry) 클리닝하며, 클리닝 후 박막증착공정을 용이하게 수행할 수 있다.

<141> 또, Ti, TiAlN, TiN, TaN, WN, WSiN, TiSiN, TaSiN 등의 박막을 형성함에 있어, 박막증착공정 이후, 클리닝공정시 반응용기 내벽 또는 구성요소에 적층된 박막 및 공정부산물을 효과적으로 제거할 수 있다는 효과가 있다.

**【특허 청구범위】****【청구항 1】**

웨이퍼가 내장되어 증착되는 반응용기(100)와;

제 1반응가스를 상기 반응용기(100)로 공급하기 위한 제1반응가스공급부(210)와;

제2반응가스를 상기 반응용기(100)로 공급하기 위한 제2반응가스공급부(230)와;

상기 제1반응가스공급부(210)와 상기 반응용기(100)를 연결하는 제1반응가스공급라인(220)과;

상기 제2반응가스공급부(230)와 상기 반응용기(100)를 연결하는 제2반응가스공급라인(240)과;

불활성가스공급원(250)으로부터 공급되는 불활성가스를 상기 제1반응가스공급라인(220)으로 공급하는 제1불활성가스공급라인(260)과;

불활성가스공급원(250)으로부터 공급되는 불활성가스를 상기 제2반응가스공급라인(240)으로 공급하는 제2불활성가스공급라인(270)과;

상기 반응용기(100)의 가스를 외부로 배출하는 배기라인(400)과;

상기 제1반응가스공급라인(220)과 연결되어 상기 반응용기(100)를 클리닝시키기 위한 클리닝가스를 공급하는 클리닝가스공급라인(340);을 포함하는 것을 특징으로 하는 클리닝 장치를 구비한 ALD 박막증착설비.

**【청구항 2】**

제1항에 있어서.

상기 클리닝가스공급라인(340)은,

공급되는 클리닝가스의 흐름을 개폐시키는 제21개폐밸브(V21)와, 상기 제21밸브(V21)를 통과한 클리닝가스의 흐름량을 제어하는 클리닝가스흐름량제어기(342)와, 상기 클리닝가스흐름량제어기(342)에 제어된 클리닝가스의 흐름을 개폐시키는 제22밸브(V22)를 가지는 것을 특징으로 하는 클리닝 장치를 구비한 ALD 박막증착설비.

#### 【청구항 3】

제1항에 있어서, 상기 클리닝가스는 ClF<sub>3</sub>인 것을 특징으로 하는 클리닝 장치를 구비한 ALD 박막증착설비.

#### 【청구항 4】

제1항 내지 제3항중 어느 한 항에 있어서,  
상기 제1반응ガ스공급부(210)는, 제1반응원료를 가스화하는 버블러(211)와, 흐르는 제1반응ガ스의 흐름량을 제어하는 제1반응가스흐름량제어기(212)와, 상기 버블러(211)와 상기 제1반응가스흐름량제어기(212) 사이에 설치되어 제1반응ガ스의 흐름을 개폐하는 제1밸브(V1)를 포함하는 것을 특징으로 하는 클리닝 장치를 구비한 ALD 박막증착설비.

#### 【청구항 5】

제4항에 있어서,  
상기 제1반응ガ스는 TiCl<sub>4</sub> 또는 Ta 원소를 포함하는 화합물ガ스이고, 제2반응ガ스는 NH<sub>3</sub> 인 것을 특징으로 하는 클리닝 장치를 구비한 ALD 박막증착설비.

#### 【청구항 6】

제1항 내지 제3항중 어느 한 항에 있어서.

상기 제1반응ガ스공급부(510)는, 제1반응ガ스의 흐름을 개폐시키는 제31밸브(V31)

와, 상기 제31밸브(V31)를 통과한 제1반응가스의 흐름량을 제어하는 제1반응가스흐름량 제어기(512)를 포함하는 것을 특징으로 하는 클리닝 장치를 구비한 ALD 박막증착설비.

### 【청구항 7】

제6항에 있어서,

상기 제1반응가스는 WF<sub>6</sub>이고, 제2반응가스는 NH<sub>3</sub> 가스인 것을 특징으로 하는 클리닝 장치를 구비한 ALD 박막증착설비.

### 【청구항 8】

제1항 내지 제3항중 어느 한 항에 있어서,

제3반응가스를 상기 제2반응가스공급라인(240)으로 공급하는 제3반응가스공급부(620)와;

제4반응가스를 제2반응가스공급라인(240)으로 공급하는 것으로서, 제4반응가스의 흐름을 개폐시키는 제32밸브(V32)와, 상기 제32밸브(V32)를 통과한 제4반응가스의 흐름량을 제어하는 제4반응가스흐름량제어기(612)와, 상기 제4반응가스흐름량제어기(612)에 제어된 제4반응가스의 흐름을 개폐시키는 제33밸브(V33)를 가지는 제4반응가스공급부(610);를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 클리닝 장치를 구비한 ALD 박막증착설비.

### 【청구항 9】

제8항에 있어서,

상기 제3반응가스공급부(620)는, 제3반응원료를 가스화하는 버블러(621)와, 흐르는 제3반응가스의 흐름량을 제어하는 제3반응가스흐름량제어기(622)와, 상기 버블러(621)와 상기 제3반응가스흐름량제어기(622) 사이에 설치되어 제3반응가스의 흐름을 개폐하는 제

34밸브(V34)와, 상기 제2반응가스공급라인(240)으로 상기 제3반응가스흐름량제어기(622)에 제어된 제3반응가스의 흐름을 개폐시키는 제35밸브(V35)를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 클리닝 장치를 구비한 ALD 박막증착설비.

#### 【청구항 10】

제8항에 있어서,

상기 제1반응 가스는 Ti, Ta, W 전이금속 원소를 포함하는 화합물 가스이고, 제2반응가스는 NH<sub>3</sub> 인 것을 특징으로 하는 클리닝 장치를 구비한 ALD 박막증착설비.

#### 【청구항 11】

제8항에 있어서,

상기 제3반응 가스는 TMA(TriMethylAluminum) 이고, 제4반응가스는 H<sub>2</sub> 인 것을 특징으로 하는 클리닝 장치를 구비한 ALD 박막증착설비.

#### 【청구항 12】

제1항 내지 제3항중 어느 한 항에 있어서, 상기 반응용기(100)는,

웨이퍼가 위치되는 리액터블럭(110)과; 상기 리액터블럭(110)을 덮어 소정의 압력이 일정하게 유지되도록 하는 샤크헤드판(120)과; 상기 샤크헤드판(120)의 하부에 설치되며, 상기 제1반응가스공급라인(220)을 경유하여 이송되는 제1반응가스 및/또는 불활성가스를 상기 웨이퍼(w)의 상부 표면으로 분사되도록 상기 웨이퍼(w)의 상부에 형성된 다수의 분사구(131) 및 상기 제2반응가스공급라인(240)을 경유하여 이송되는 제2반응가스 및/또는 불활성가스가 웨이퍼(w)의 외주로 분사되도록 상기 리액터블럭(110) 내측면 방향으로 형성된 다수의 노즐(133)을 가지는 확산판(130)과; 상기 리액터블럭(110)에 설치

되며 상기 웨이퍼(w)가 안착되는 웨이퍼블럭(140)을 포함하는 것을 특징으로 하는 클리닝 장치를 구비한 ALD 박막증착설비.

### 【청구항 13】

제12항에 있어서,

상기 샤워헤드판(120)에는, 클리닝 주기와 효과를 높이기 위하여 냉매가 흐르는 냉매유로(123)가 형성되어 있으며, 냉매로 오일, 물, 공기와 같은 것을 사용함으로써, 박막증착공정시, 상기 확산판(130)을 원하는 온도 범위로 맞출 수 있는 것을 특징으로 하는 클리닝 장치를 구비한 ALD 박막증착설비.

### 【청구항 14】

웨이퍼가 위치되는 리액터블럭(110)과, 상기 리액터블럭(110)을 덮어 소정의 압력이 일정하게 유지되도록 하는 샤워헤드판(120)과, 상기 샤워헤드판(120)의 하부에 설치되며 상기 웨이퍼(w)의 상부에 형성된 다수의 분사구(131)와 상기 웨이퍼(w)의 외주인 상기 리액터블럭(110) 내측면 방향으로 형성된 다수의 노즐(133)을 가지는 확산판(130)과, 상기 리액터블럭(110)에 설치되며 상기 웨이퍼(w)가 안착되는 웨이퍼블럭(140)을 가지는 반응용기(100)를 가지는 ALD 박막증착설비에 적용하는 것으로서,

유량제어된 클리닝가스와 불활성가스를 혼합시켜 상기 분사구(131)를 통하여 상기 웨이퍼(w)의 상부표면으로 분사되도록 하고, 유량제어된 불활성가스를 상기 노즐(133)을 통하여 상기 웨이퍼(w)의 측부로 분사시키는 메인클리닝공정을 포함하는 것을 특징으로 하는 ALD 박막증착설비용 클리닝방법.

**【청구항 15】**

제14항에 있어서, 상기 메인클리닝공정은,  
유량제어되는 상기 클리닝가스의 흐름량은 50SCCM 이상, 상기 클리닝가스와 혼합되  
며 상기 분사구(131)로 흐르는 불활성가스의 유량제어된 흐름량은 50 SCCM 이상, 상기  
노즐(133)로 흐르는 불활성가스의 유량제어된 흐름량은 300 SCCM 이상으로 하는 것을 특  
징으로 하는 ALD 박막증착설비용 클리닝방법.

**【청구항 16】**

제15항에 있어서,  
상기 반응용기(100) 내의 압력설정은 0.5 torr에서 10 torr 범위에 있는 것을 특  
징으로 하는 ALD 박막증착설비용 클리닝방법.

**【청구항 17】**

제15항에 있어서,  
상기 반응용기(100) 내부 표면의 온도가 웨이퍼블럭(140)을 제외하고 200°C를 넘  
지 않도록 하는 것을 특징으로 하는ALD 박막증착설비용 클리닝방법.

**【청구항 18】**

제14항에 있어서,  
상기 클리닝가스를 상기 반응용기(100) 내부로 주기적인 펄스유입을 시켜 압력 요  
동(fluctuation)에 의한 순간 확산을 유도하여 클리닝을 수행하는 서브클리닝공정을 더  
포함하는 것을 특징으로 하는 ALD 박막증착설비용 클리닝방법.

**【청구항 19】**

제18항에 있어서,

유량제어되는 상기 클리닝가스의 흐름량은 50SCCM 이상, 상기 클리닝가스와 혼합되어 상기 분사구(131)로 흐르는 불활성가스의 유량제어된 흐름량은 50 SCCM 이상, 상기 노즐(133)로 흐르는 불활성가스의 유량제어된 흐름량은 300 SCCM 이상으로 하는 것을 특징으로 하는 ALD 박막증착설비용 클리닝방법.

**【청구항 20】**

제18항에 있어서,

상기 반응용기(100) 내의 압력설정은 0.5 torr에서 10 torr 범위에 있는 것을 특징으로 하는 ALD 박막증착설비용 클리닝방법.

**【청구항 21】**

제18항에 있어서,

상기 반응용기내의 표면온도가 웨이퍼블럭(140)을 제외하고 200°C 가 넘지 않도록 한 상태에서 수행하는 것을 특징으로 하는 ALD 박막증착설비용 클리닝방법.

**【청구항 22】**

제14항에 있어서,

상기 메인클리닝공정 수행 후, 상기 반응용기 내부에 남아있는 미세한 파티클을 그 반응용기 내부 표면에 고착시키기 위한 용기내 프리코팅공정(pre-coating process)을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 ALD 박막증착설비용 클리닝방법.

**【청구항 23】**

제22항에 있어서,

웨이퍼(w)를 배제한 상태에서, 상기 반응용기(100)로 상기 제1반응가스와 불활성가스를 혼합하여 유입시키다 상기 제1반응가스를 소정시간동안 배제시키는 제1단계 동작과, 상기 반응용기(100)로 상기 제2반응가스와 불활성가스를 유입시키다 상기 제2반응가스를 소정시간 배제시키는 제2단계 동작을 번갈아 반복적으로 수행하거나, 상기 제2반응가스와 불활성가스를 반응용기(100)로 계속적으로 유입시키면서 상기 제1단계 동작을 반복하여 수행하는 것을 특징으로 하는 ALD 박막증착설비용 클리닝방법.

**【청구항 24】**

제22항에 있어서,

웨이퍼(w)를 배제한 상태에서, 유량제어된 제1반응가스와 유량제어된 불활성가스를 혼합하여 상기 반응용기(100) 내의 웨이퍼블록(140) 상부 표면으로 공급하고, 유량제어된 제2반응가스와 유량제어된 불활성가스를 혼합하여 상기 반응용기(100) 내의 웨이퍼블록(140)의 외주측으로 공급함으로써 수행하는 것을 특징으로 하는 ALD 박막증착설비용 클리닝방법.

**【청구항 25】**

제22항에 있어서,

상기 제1반응가스로 Cl 원소를 포함한 화합물가스를 사용하고 상기 제2반응가스를 NH<sub>3</sub>로 사용할 경우에, 초기 제1반응가스를 상기 반응용기(100)로 유입시키기 적어도 수

1020000042169

2000/8/2

초전에 상기  $\text{NH}_3$  가스를 반응용기(100) 내부로 유입시키는 것을 특징으로 하는 ALD 박막 증착설비용 클리닝방법.

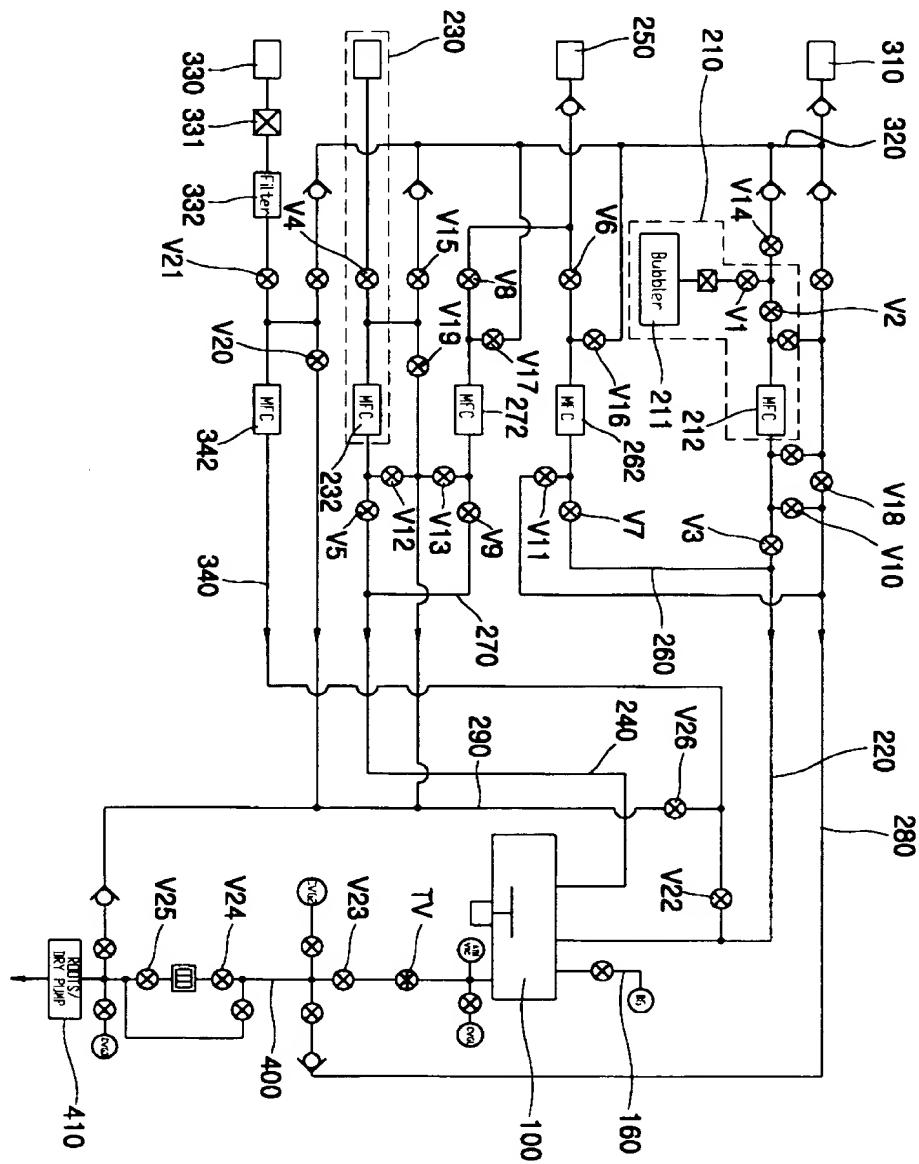
【청구항 26】

제14 내지 제25항중 어느 한 항에 있어서,

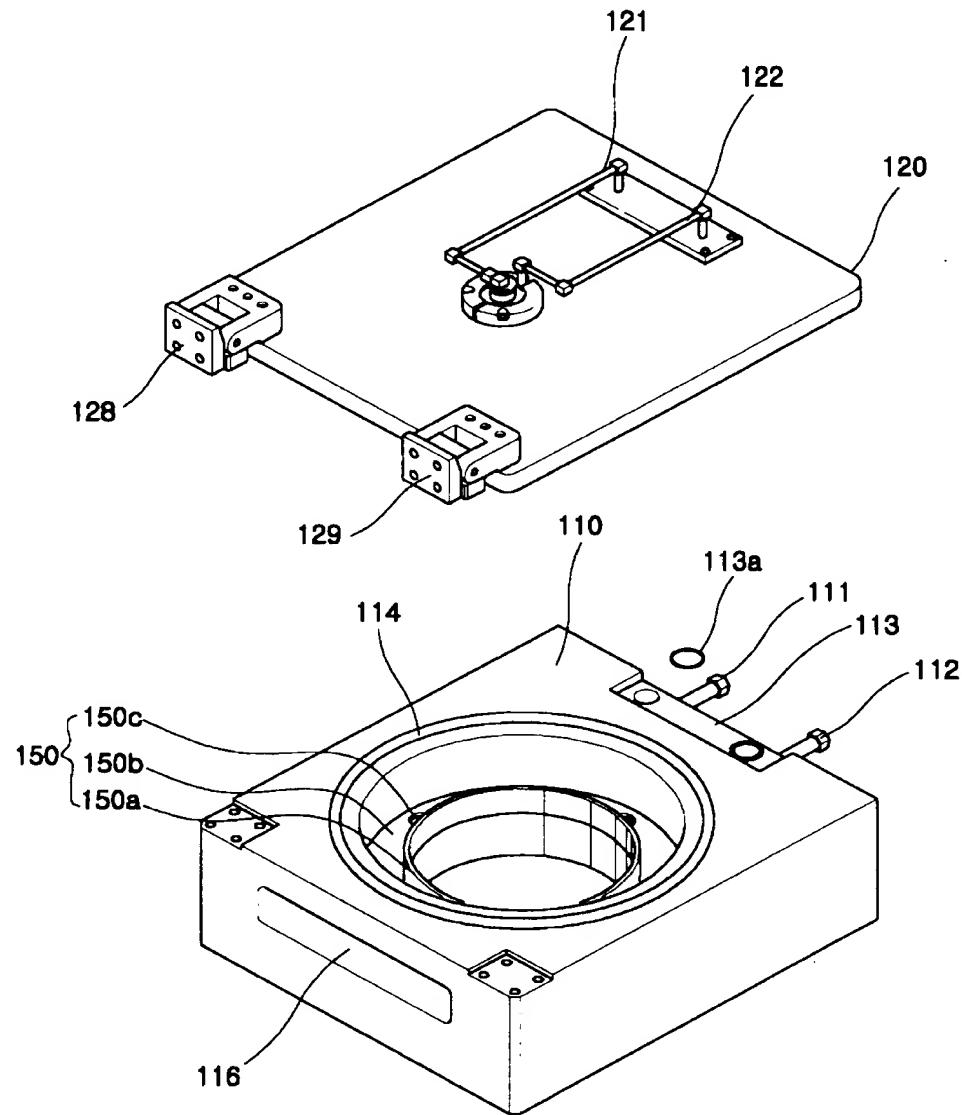
상기 클리닝가스는  $\text{ClF}_3$  인 것을 특징으로 하는 ALD 박막증착설비용 클리닝방법.

【도면】

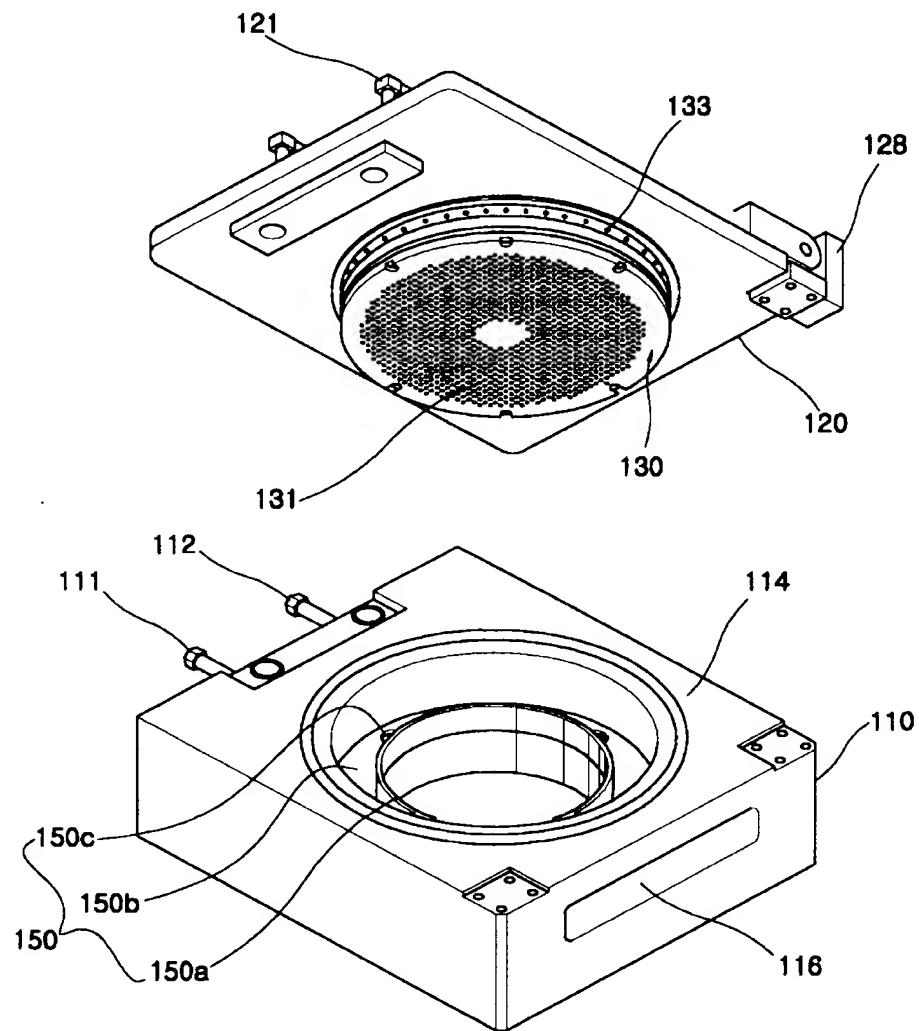
【도 1】



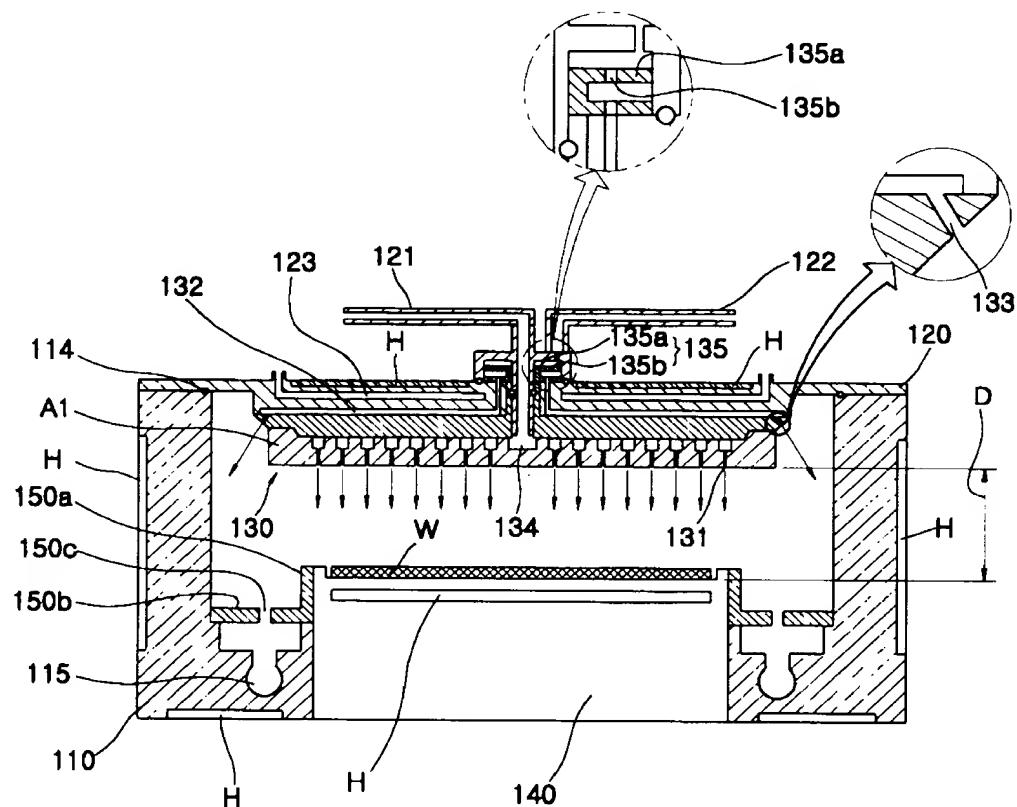
【도 2】



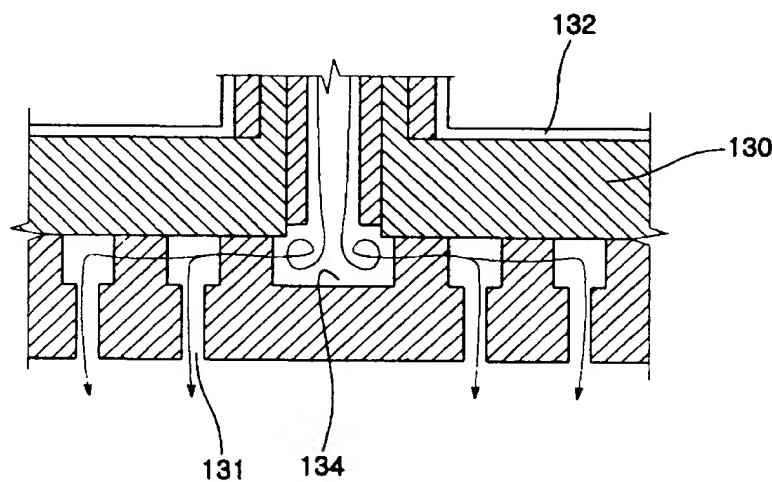
【도 3】



【도 4】

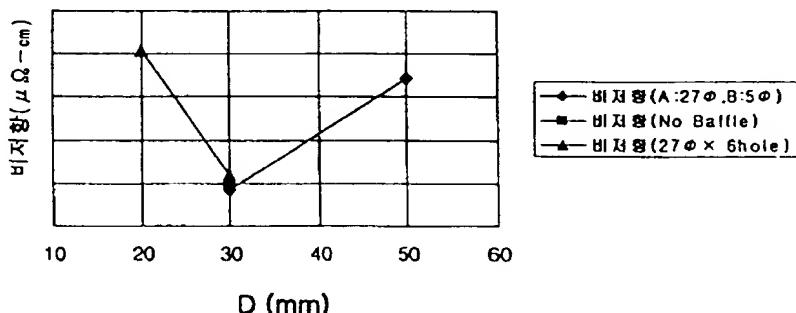


【도 5】

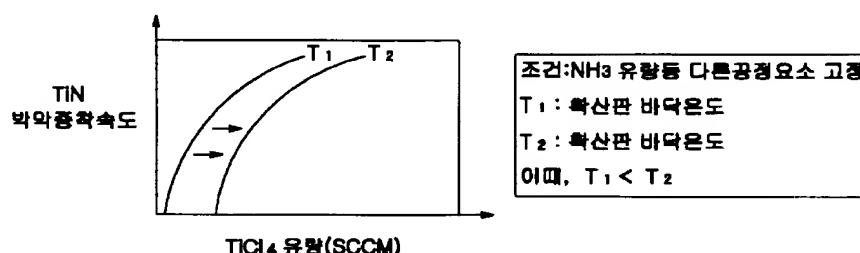


【도 6】

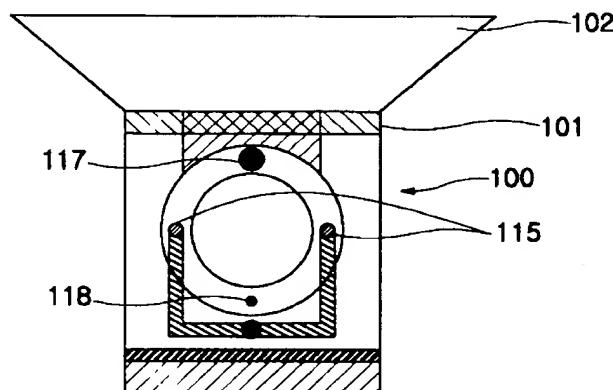
## TIN 박막증착시 간격(D)과 비저항과의 관계



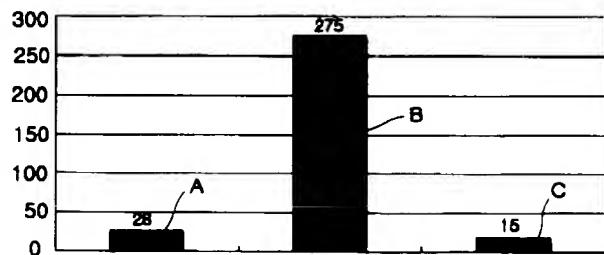
【도 7】



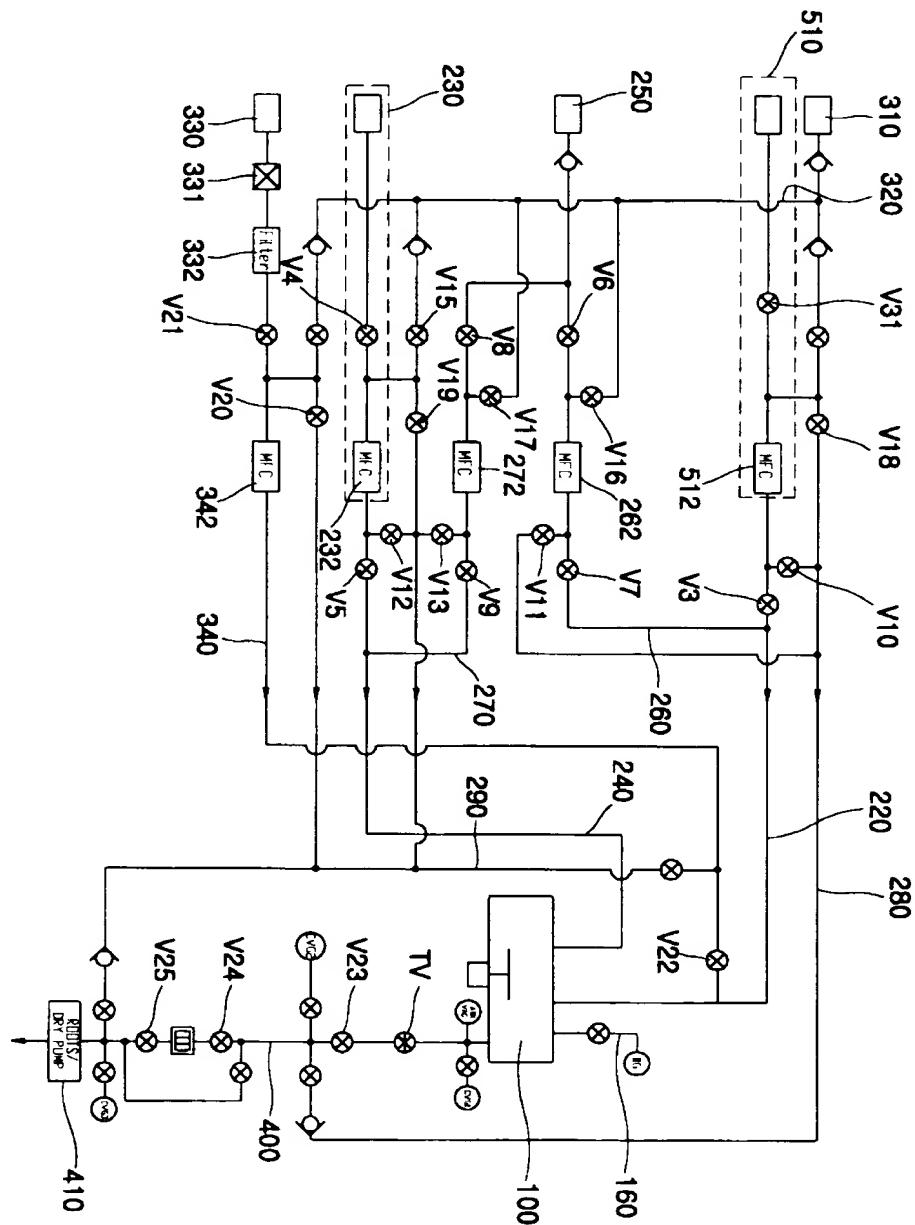
【도 8】



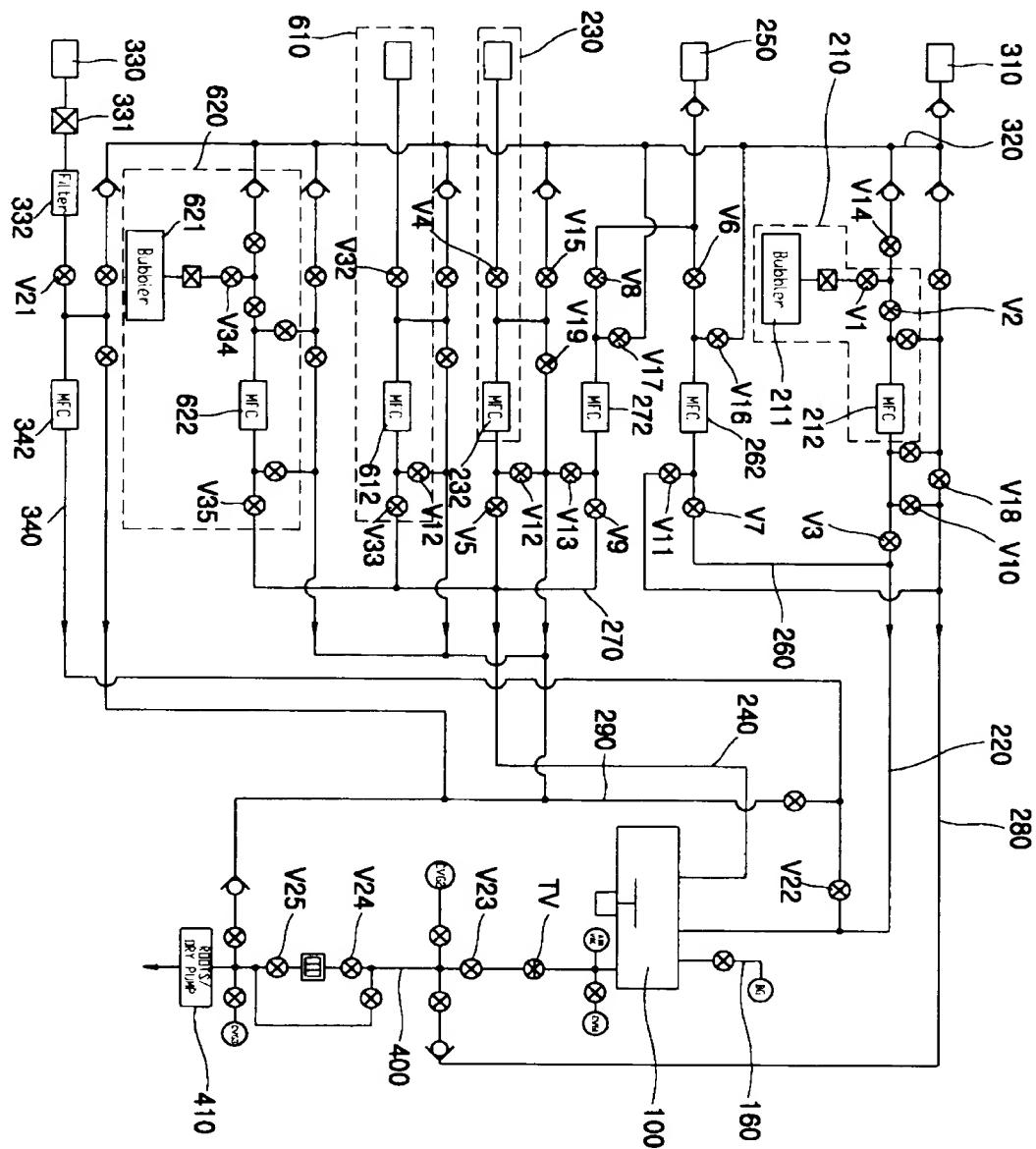
【도 9】



【도 10】



【H 11】





【보정대상항목】 발명의 명칭

【보정방법】 정정

【보정내용】

클리닝장치를 구비한 A L D 박막증착설비 및 그 클리닝방법{ALD thin film depositin equipment that has cleaning apparatus and cleaning method}

【보정대상항목】 식별번호 67

【보정방법】 정정

【보정내용】

도 7은  $TiCl_4$  가스와  $NH_3$  가스를 이용한 TiN 증착시, 확산판(130)의 바닥온도와 TiN 박막증착속도와의 관계를 나타낸 그래프이다. 도면에는 확산판(130)의 바닥온도가 T1 일때의 그래프와, T2 일때의 그래프가 도시되어 있고, T2 의 온도는 T1 보다 크다. 그래프에 도시된 바와 같이, 확산판(130)의 온도가 적정 온도범위보다 높아지면(즉,  $T_1 < T_2$ ) 동일한 TiN 박막증착속도를 얻기 위해 더 많은  $TiCl_4$  가스를 반응용기(100) 내로 유입시켜야 한다. 이것은  $TiCl_4$  가스중 상대적으로 더 많은 일부가 웨이퍼(w) 상에 박막을 증착하는데 사용되지 못하고 확산판(130)의 바닥 표면과 반응하여 파티클을 생성시키거나, 확산판(130) 표면에서 박막을 증착시키는데 소요되기 때문이다. 따라서, 높아진 확산판(130)의 온도를 필요에 따라 용이하게 낮출 필요가 있으며, 이 경우에는 샤크웨드판(120)에 형성된 냉매유로(123)로 냉매를 흐르게 하여 확산판(130)의 온도를 낮출 수 있다. 결론적으로, 박막증착공정시, 확산판(130)의 온도를 유지시키는 것에 의하여, 확산판의 바닥표면에 증착되는 박막이나 공정 부산물을 보다 최소화할 수 있고 이를 통해

파티클과 원치않는 공정에의 영향을 배제시킬 수 있으며 궁극적으로 클리닝 주기를 늘릴 수 있음과 동시에 클리닝 효과도 높일 수 있는 것이다.

【보정대상항목】 식별번호 72

【보정방법】 정정

【보정내용】

도 6은 박막증착시, 간격(D)과 비저항과의 관계를 도시한 그래프로서, 이를 참조하면, 확산판(130)과 웨이퍼블럭(140) 사이의 간격(D)이 30mm 일 경우에 비저항이 가장 낮은 값을 보임을 알 수 있다. 그러나, 다른 조건, 예컨대 제1,2반응가스의 종류 및 유량, 웨이퍼블럭의 온도등의 조건을 달리 했을 때, 간격(D)은 대략 20mm ~ 50mm 의 범위내에서 비저항이 낮은 값을 보였으며, 이러한 간격(D)이 우수한 특성의 박막을 형성하는데 중요한 구조적 특징을 가진다라는 결론을 내릴 수 있었다.

【보정대상항목】 식별번호 112

【보정방법】 정정

【보정내용】

$\text{ClF}_3$  가스는 상온에서 거의 무색 투명하며 비점이  $11.75^\circ\text{C}$  이다. 이러한  $\text{ClF}_3$  가스는 반응용기(100) 내부로 유입되기까지  $\text{ClF}_3$  가스가 액화되지 않도록 하여야 하며, 적절한 온도를 인가하기 위하여 라인에 히터를 설치한다.

1020000042169

출력 일자: 2000/8/28

【보정대상항목】 식별번호 128

【보정방법】 정정

【보정내용】

상기와 같은 클리닝공정은 종래에 반응용기를 열어 수행한 습식 클리닝(wet cleaning) 공정과 차이점이 있고, 습식 클리닝공정을 수행할 때 생기는 시간상의 손실을 최대한 줄일 수 있었다. 본 실시예에서는 클리닝공정의 수행은 형성하는 박막에 따라 약간의 차이가 있지만 약 500 매 이상 주기로 적어도 5-10 회 이상 문제없이 수행할 수 있다